



Bioforsk-konferansen 2009

Mat, vann og klima

Bioforsk FOKUS 4(2)

Erling Fløistad og Kari Munthe
(redaktører)

Arrangør:
Bioforsk



Bioforsk FOKUS blir utgitt av:
Bioforsk, Frederik A. Dahls vei 20, 1432 Ås
post@bioforsk.no
Ansvarlig redaktør: Forskningsdirektør Nils Vagstad

Denne utgivelsen:
Fagredaktør: Leder av programkomiteen for konferansen, Erik Revdal
Redaktører: Erling Fløistad og Kari Munthe

Bioforsk FOKUS
Vol 4 nr 2 2009
ISBN 978-82-17-00451-6
ISSN 0809-8662

Forsidefoto: Morten Günther

Produksjon og trykk: www.kursiv.no

Boka kan bestilles hos:
Bioforsk, Fr. A. Dahlsvei 20, 1432 Ås
post@bioforsk.no
Pris: 300 NOK

www.bioforsk.no

Forord

Bioforsk-konferansen 2009 arrangeres på Rica Park Hotell Sandefjord 4. og 5. februar 2009. Denne boka inneholder sammendrag av 113 av totalt 125 foredrag som blir holdt under konferansen, pluss 12 av 18 vitenskaplige plakater som presenteres.

Inndelingen av boka følger programmet for konferansen, foredragene presenteres i den rekkefølgen de blir avholdt, innenfor sesjonene: Vann, Klima og Mat.

Bioforsk-konferansen er et helt nytt møte, og avløser de tidligere Plantemøtene i Bioforsk. Hele Bioforsk deltar i konferansen. Du vil derfor finne enda mer

varierte innhold i denne boka enn det har vært i bøkene til Plantemøtene.

Det er svært mange som bidrar med foredrag og postere under konferansen. Disse legger ned et stort arbeid både ved det de presenterer på møtet og det de bidrar med i fortrykket. De fortjener alle en stor takk for at de deltar aktivt til i arbeidet med å lage Bioforsk-konferansen til et arrangement som spenner over et bredt faglig område. Vi er imponert over at så mange leverte manuskript innenfor en stram tidsplan for produksjon av boka. Takk også til Sølvi Svendsen som har hjulpet oss med korrekturlesing.

Ås 25. januar 2009

Erling Fløistad
(red.)

Kari Munthe
(red.)

Innhold

■ Felleseksjon

- Økologisk økonomi - Grunnleggende endringer istedenfor symptombehandling 10
Ove Jakobsen

■ Vann

- Landbrukssektoren i vannforvaltningen, ansvar - oppgaver - behov 12
Eivind Berg
- Vannovervåking: Penger rett i elva eller kostnadseffektivt og i henhold til Rammedirektivet? . 14
Eva Skarbøvik
- Ekstremer i avrenning under klimaendringer, hvordan kan vi anvende resultater fra JOVA-programmet 16
Johannes Deelstra
- Trendy data: Om å vurdere trender i overvåkingsdata – nytteverdi og fallgruver 18
Per Stålnacke
- Modellering – kan modeller gi oss informasjon når vi ikke kan overvåke alt? 20
Helen K. French
- Elveperlemusling – indikator og miljøaktør 22
Paul Eric Aspholm
- Ti års erfaring med kunnskapsbasert og kollektiv handling for renere Vansjø 24
Helga Gunnarsdóttir
- The search for effective water management: examples from four large river basins in Europe and SE Asia 26
Per Stålnacke and Udaya Sekhar Nagothu
- Climate Change and persistent Droughts: Impact, vulnerability and adaptation in rice growing sub-divisions in India 28
Udaya Sekhar Nagothu
- Tiltaksveileder for jordbrukspåvirka vassdrag 30
Anne-Grete B. Blankenberg, Eva Skarbøvik og Håkon Borch
- GIS avrenning - modell for erosjon og avrenning i nedbørfelt..... 32
Stein Turtumøygard
- AgriCat-P - En ny modell for fosforavrenning i landbruket 34
Håkon Borch
- Tiltaksanalyse for Morsa - oppnår vi målene? 36
Anne-Grete Buseth Blankenberg, Stein Turtumøygard, Annelene Pengerud, Håkon Borch, Eva Skarbøvik, Lillian Øygarden, Marianne Bechmann, Nils. H. Vagstad og Nina Syversen
- Grøfter - en snarvei for næringsstoffer og jordpartikler?..... 38
Johannes Deelstra
- Hydrotekniske problemer - utfordringer i et endret klima 40
Tore E. Sveistrup
- Nye renseløsninger for fosfor i jordbruksavrenning 42
Atle Hauge
- Økt gjødselpris - betydning for gjødslingspraksis..... 44
Bernt Hoel, Hugh Riley, Gustav Fystro, Erling Stubhaug og Kristian Haug

Har vi godt nok grunnlag til å foreslå reduksjon av fosfornormene til grønnsaker?.....	46
Erling Stubhaug og Åsmund Bjarte Erøy	
Virkning på plantevekst og utvaskingsrisiko av ulike typer organisk gjødsel basert på restprodukter	48
Trond Knapp Haraldsen og Gunhild Børtnes	
Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra 2008 og 2007	50
Gro Hege Ludvigsen, Annelene Pengerud, Paul Akerød, Jens Kværner og Geir Tveit	
Lavdosemidler - en miljørisiko?	52
Marit Almvik, Gunnhild Riise, Randi Bolli, Agnethe Christiansen, Sven Roar Odenmarck, Trond Børresen og Cathrine Waage Tveit	
Utgjør lavdosemidler en risiko for vannmiljøet? Avrenning av lavdosemidler fra et kontrollert feltstudie i sør-øst Norge.....	54
Gunnhild Riise, Trond Børresen, Marit Almvik, Randi Bolli, Agnethe Christiansen, Sven Roar Odenmarck og Cathrine Waage Tveit	
Sprøyting etter behov med kamerastyrt åkersprøyte.....	56
Therese With Berge, Jan Netland, Marit Helgheim, Kjell Wærnhus, Asbjørn Berge, Sigmund Clausen, Kristin Kaspersen, Steve Goldberg, Øyvind Overskeid og Trygve Stølan	
Veksthus, plantevernmidler og vannmiljø	58
Roger Roseth	
Miljørisiko ved bruk av plantevernmidler – hjelpemiddel til å lage miljøplaner	60
Ole Martin Eklo, Randi Bolli, Jens Kværner, Tore Sveistrup, Frauke Hofmeister, Eivind Solbakken, Nick Jarvis, Fredrik Stenemo, Eirik Romstad, Borghild Glørvigen, Tor Anton Guren, Stein Sorknes, Ivar Solberg og Terje Haraldsen	
Nye Regionale miljøprogram (RMP) for landbruket	62
Tyra Risnes Høyås	
Pløyetidspunkt og dybde – betydning for kontroll av flerårig ugras	64
Lars Olav Brandsæter	
Kostnadseffektiv høstkorndyrking: Avlinger i storskalaforsøk 2003-2006 og langvarige jordarbeidingsforsøk 1998-2007	66
Hugh Riley og Per-Ove Lindemark	
Helhetlig tiltaksgjennomføring ved vestre Vansjø.....	68
Anne Falk Øgaard	

■ Klima

Landbrukets klimautfordringer- hva kan forskningen bidra med ?.....	70
Lillian Øygarden	
Hvordan vil endret klima påvirke overvintring og grasvekst i Norge?	72
Mats Höglind, Stig Morten Thorsen, Liv Østrem og Marit Jørgensen	
Økning i vekstsesongen de siste 20 åra basert på jordtemperatur	74
Trond Rafoss	
Ugrassituasjonen ved endret klima og mer høstkorndyrking	76
Kirsten Semb Tørresen, Jan Netland og Trond Rafoss	
Vinterbiologi i endret klima – begrenset lystilgang	78
Hans Martin Hanslin	
Vinterbiologi i endra klima – vassoverskot.....	80
Liv Østrem, Mats Höglind og Marit Jørgensen	
Vinterbiologi i endret klima - isdekke.....	82
Marit Jørgensen, Anne Kjersti Bakken, Liv Østrem og Mats Höglind	
Halm til bioenergi	84
Ragnar Eltun, Mauritz Assveen og Hugh Riley	

Jordbruksvekstar til bioenergi.....	86
Lars Nesheim	
Klimagasser – husdyrproduksjon muligheter for reduksjon	88
Harald Volden og Odd Magne Harstad	
Karbonbalanse og CO ₂ -utslipp fra jordbruksarealer	90
Arne Grønlund og Hugh Riley	
Innhold av mykotoksiner i havre og vårhvete 2006 – 2008	92
Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Oleif Elen, Heidi U. Aamot og Sonja Klemsdal	
Varsling av risiko for <i>Fusarium</i> og mykotoksiner i Norge	94
Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Sonja Klemsdal og Heidi Udnnes Aamot	
<i>Fusarium graminearum</i> i Norge	96
Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Oleif Elen, Heidi U. Aamot og Sonja Klemsdal	
<i>Bipolaris sorokiniana</i> – en kornsjukdom på frammarsj i Norge	98
Elin M. H. Stabbetorp, Håkon Tangerås og Guro Brodal	
Varsling av skadegjørere i korn og oljevekster – hvor er vi og hvor går vi?.....	100
Einar Strand	
Utvikling og bruk av VIPS-Ugras i korn og presentasjon av ny sprøyteteknikkmodul.....	102
Jan Netland og Per Rydahl	
VIPS - varslar og utslag for bekjempelse av sjukdommer i hvete i 2008.....	104
Unni Abrahamsen og Oleif Elen	
Bladlus i korn, forekomst, varsling og bekjempelse	106
Ingeborg Klingen, Arild Andersen, Trond Hofsvang, Øystein Kjos og Einar Strand	
Bekjempelse av rynkerose (<i>Rosa rugosa</i>) i verneområder i Nord-Trøndelag	108
Liv S. Nilsen, Inger Sundheim Fløistad og Bolette Bele	
Hundekjeks og andre problemarter i veikanten	110
Bolette Bele og Siv Nilsen	
Iberiaskogsnegl - biologi og bekjempelse.....	112
Arild Andersen	
Plantevernmiddelresistens hos skadedyr	114
Nina Svae Johansen, Ingeborg Klingen, Nina Trandem, Arild Andersen, Øystein Kjos, Richard Meadow og Einar Nordhus	
Plantevernmiddelresistens hos ugras.....	116
Jan Netland og Kjell Wærnhus	
Plantevernmiddelresistens hos plantepatogene sopper	118
Arne Hermansen, Ragnhild Nærstad, Oleif Elen, Guro Brodal, Arne Stensvand og Brita Toppe	
Hvordan håndtere plantevernmiddelresistens?	120
Nina Svae Johansen, Jan Netland og Arne Hermansen	
Genetiske ressurser under endret klima – hvordan klarer plantene seg?	122
Odd Arne Rognli og Tore Skrøppa	
Graminors strategier for vaxtförädling i ett ändrat klimat	124
Per Henriksson	

■ Mat

Økologisk mat, indholdsstoffer og helse.....	126
Kirsten Brandt	
Løk - vår ukjente "helsebombe"	128
Ingunn M. Vågen	
Vakre, smakfulle og sunne bær	130
Inger Martinussen, Eivind Uleberg, Gordon McDougall og Derek Stewart	

Stabil smak på potet - med forbrukeren i fokus	132
Trygve Kirkerød	
Stabil smak på potet- forsøksopplegg	133
Kristian Haug	
Poteter eller vindruer – dyrkingsbetingelsene betyr alt for smaken	134
Øydis Ueland	
<i>Fusarium</i> – mykotoksiner i korn - giftighet, risiko og grenseverdier	136
Gunnar Sundstøl Eriksen	
<i>Fusarium</i> Head Blight: A Global Threat to Food Safety in Cereals	138
Ruth Dill-Macky	
Kvalitetsvariasjoner i mathvete – årsaker og tiltak	140
Anette Moldestad, Anne Kjersti Uhlen, Ellen Mosleth Færgestad og Bernt Hoel	
Temperaturbegrensninger for blomstring i jordbær og bringebær	142
Anita Sønsteby, Unni Myrheim og Ola M. Heide	
Guttasjon kontra kalsiummangel og tipburn i jordbær	144
Aksel Døving	
Nye jordbærsortar - resultat og vurdering av sortane	146
Arnfinn Nes, Anita Sønsteby, Unni Myrheim, Hans G. Espelien og Jørn Haslestad	
Utfordringer i bærproduksjonen	148
Jon Anders Stavang	
Kan vi varsle gråskimmel i jordbær?.....	150
Håvard Eikemo og Arne Stensvand	
Ny kunnskap om mjøldogg i jordbær	152
Arne Stensvand, Maria Luz Herrero, Håvard Eikemo, Andrew Dobson, Belachew Asalf, Anne Marte Tronsmo, David M. Gadoury, Robert C. Seem, Mary Catherine Matteson Heidenreich og Mary Jean Welser	
Bitterrøte (<i>Colletotrichum acutatum</i>) i frukt	154
Jorunn Børve, Arne Stensvand	
Auka populasjon av gullauger er mogleg	156
Gunnhild Jaastad, Liv Hatleli og Geir K. Knudsen	
Kartlegging av planteskadegjørere med GPS-telefoni og digitalt kartverktøy	158
Arild Sletten og Trond Rafoss	
Alternate Bearing of European Plums	160
Eva Birken and Mekjell Meland	
Fastleik som kvalitetskriterium i frukt	162
Eivind Vangdal	
Helserelaterte innholdsstoff i steinfrukt.....	164
Eivind Vangdal og Rune Slimestad	
Gulrot og kålrot med riktig kvalitet - et samarbeidsprosjekt for å styrke konkurranseevnen i norsk produksjon.....	166
Mette G. Thomsen, Randi Seljåsen, Gunnar Bengtsson, Gunnar Vittersø, Erling Berentsen og Steinar Dragland	
Effekt av jordart, gjødslingsnivå og sort på sensorisk kvalitet hos gulrot	168
Gunnar B. Bengtsson, Per Lea, Randi Seljåsen, Erling Berentsen, Asgeir N. Nilsen, F. Bjerke, Steinar Dragland	
Pepinomosavirussvirus – nye forskningsresultater viser frøoverføring i tomat	170
Dag-Ragnar Blystad, Steen Lykke Nielsen, Inge Hanssen, Dimitrinka Hristova, Ana Maria Nazaré Pereira, Henryk Pospieszny, Maja Ravnkar, Laura Tomasolli, Rick Mumford, Christina Varveri og René van der Vlugt	

Gamle norske urteplanter som er aktuelle i moderne kosthold.....	172
Gunhild Børtnes og Ruth Mordal	
Gjødslingsnormer og sortsrespons for nitrogen til potet	174
Per J. Møllerhagen	
Er det på tide å redusere fosforgjødslinga ?	176
Kristian Haug	
Dyrkingsteknikk og gjødsling til ferskpotet.....	178
Erling Stubhaug, Åsmund Bjarte Erøy, Sigbjørn Leidal, Tor Anton Guren, Arne Vagle og Siri Abrahamsen	
Aphid transmission of <i>Potato virus Y</i>	180
Martin Verbeek	
Arbeid med forbedring av tørråtevarslingen	182
Ragnhild Nærstad, Vinh Hong Le og Arne Hermansen	
Tidlige prognoser for kornavlingene ved bruk av værdata.....	184
Audun Korsæth	
Markørassistert seleksjon i norsk hveteforedling	186
Jon Arne Dieseth, Morten Lillemo, Muath Alsheikh, Helge Skinnnes og Åsmund Bjørnstad	
Nye aktuelle kornsorter	188
Mauritz Åssveen	
Bevaring og bruk av gamle arter og sorter	190
Silja Valand	
Næringsforsyning i økologisk oljevekstproduksjon	192
Aina Røste London	
Smitteterskler og behandlingsmetoder for sjukdommer i såkorn til økologisk dyrking.....	194
Guro Brodal og Birgitte Henriksen	
Metodar for testing av <i>Fusarium</i> og mykotoksin i havre og vårkveite.....	196
Heidi Udnes Aamot, Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal og Sonja S. Klemsdal	
Kan vi redusere mykotoksinmengden i korn ved å sprøyte med fungicider?	198
Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Sonja Klemsdal og Heidi Udnes Aamot	
Mykotoksiner i havre - karakterisering av infeksjonsprosessen til T-2/HT-2 produsenten <i>Fusarium langsethiae</i>	200
Hege Hvattum Divon, Jafar Razzaghian og Sonja Sletner Klemsdal	
Samspill mellom ulike <i>Fusarium</i> -arter - betydning for soppens vekst og mykotoksinproduksjon.....	202
Sonja S. Klemsdal, Heidi Udnes Aamot, Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard og Guro Broda	
Konkurransestrategier for spesialprodukter i norsk landbruksnæring.....	204
Odd Jarl Borch og Ingrid H. E. Roaldsen	
Fettsyresammensetning i beiteplanten smyle i et nordlig utmarksbeite	206
Jørgen Mølmann, Marit Jørgensen og Espen Haugland	
Fettsyresammensetning og antioksidant-innhold i melk fra utmarksbeite i fjellet	208
Hanne Sickel	
Melkekvalitet i ulike driftssystem.....	210
Steffen Adler og Håvard Steinshamn	
Kvalitet av biff fra beite	212
Mats Högland, Håvard Steinshamn, Øystein Havrevoll, Kristin Saarem, Inger Helene Lombnæs og Asgeir Svendsen	
Lokal identitet og annen merverdi - et potensial for det norske landbruket?	214
Bolette Bele og Ann Norderhaug	
Avlingspotensial og førkvalitet av heilgrøde	216
Astrid Johansen	

Dyrkingspotensial for raisvingel i Norge	218
Liv Østrem, Birger Volden og Arild Larsen	
Beitekapasitet, dyrevelferd og kjøttproduksjon på inngjerdet sauebeite.....	220
Annette Bår og Berit Hansen	
Mellom bruk og vern - hvordan bruke naturarven i verdiskaping?	222
Gunn Elin Fedreheim og Tone Magnussen	
Kulturlandskap og verdensarv – forvaltning av verdiene i Vegaøyen og Vestnorsk fjordlandskap	224
Lise Hatten, Ann Norderhaug og Annette Bår	
Kystlynghei og utegangarsau.....	226
Samson L. Øpstad, Eva Kittelsen, Torstein H. Garmo, Liv Guri Velle og Ann Norderhaug,	
Planteskadegjerer på buskar og tre i grøntområde	228
Venche Talgø, Anette Sundbye, Maria-Luz Herrero, Arild Sletten og Arne Stensvand	
Ugrasarter i historisk perspektiv	230
Helge Sjørven	
Sivproblem i kulturmark.....	232
Johannes Folkestad, Liv Østrem, Jan Netland	

■ Postere

Intercropping systems for optimised crop protection and reduced plant competition	234
M. Björkman, B. Båth, P. Hambäck, B. Rämert and K. Thorup-Kristensen	
Virusresistente julestjerner ved genetisk transformasjon	236
Jihong Liu Clarke, Carl Spetz, Sissel Haugli, Erling Fløistad og Dag-Ragnar Blystad	
Sortar av raisvingel og strandsvingel til slått	238
Lars Nesheim	
Lystgass i landbruket – faktorer som påvirker utslipp.....	240
Sissel Hansen, Mona Ringnes og Grete Lene Serikstad	
Partiell resistens mot mjøldogg i hvete – en varig løsning på et stadig tilbakevendende problem?.....	242
Morten Lillemo, Jon Arne Dieseth og Åsmund Bjørnstad	
Nitrogen- og fosfortap fra jordbruksarealer.....	244
Marianne Bechmann	
Ny rotgallnematode <i>Meloidogyne naasi</i> i Vestfold	246
Ricardo Holgado, John Ingar Øverland og Bonsak Hammeraas	
Kunnskapsutvikling for juletrenæringen	248
Inger Sundheim Fløistad, Venche Talgø, Anette Sundbye og Arne Sæbø	
Fenologi på Nordkalotten - "Phenology of the North Calotte" - et samarbeidsnettverk med norske og russiske skoler	249
Paul Eric Aspholm og Espen Tangen Aarnes	
Fenologi; norsk-russisk fenologisk samarbeid	250
Paul Eric Aspholm	
Økologisk mat til ungdommen - en presentasjon av iPOPYP prosjektet.....	251
Anne-Kristin Løes og Matthias Koesling	
Noen økobønder slutter - hva er årsakene?	253
Anne-Kristin Løes, Ola Flaten, Gudbrand Lien og Matthias Koesling	

Økologisk økonomi - Grunnleggende endringer istedenfor symptombehandling

For å fange opp og håndtere de utfordringene dagens økonomi står overfor er det nødvendig å erstatte mekanistiske konkurransemarkeder med organiske samarbeidsarenaer basert på dialog mellom mennesker med kryssende perspektiver og motstridende interesser.

Ove Jakobsen

Senter for økologisk økonomi og etikk, Handelshøgskolen i Bodø
ove.jakobsen@hibo.no

For å løse finanskrisen anbefales tiltak som stimulerer til økonomisk vekst, samtidig vet vi at fortsatt vekst i økonomien bidrar til å øke de menneskelige fotavtrykk i naturen og dermed forsterke miljøproblemene. For å oppnå attraktive kontrakter "smøres" beslutningstakerne, selv om vi vet at det bidrar til å redusere rasjonaliteten i markedet. I bestrebelsene på å styrke egen konkurransekraft blir viktig informasjon holdt tilbake, selv om vi vet at det undergraver tilliten mellom aktørene. Når løsningen på et problem fører til forverring av andre er det åpenbart at vi har behov for kunnskap som fokuserer på helhet og sammenhenger mer enn deler og detaljer.

For å lykkes med dette er det er nødvendig med en omfattende omveltning i vår forståelse av virkeligheten, våre metoder for å søke kunnskap, og vår måte å handle på. Nye ideer har imidlertid vanskeligheter med å vinne frem fordi de stenges ute av "gamle" tanker og fordommer. Mange av de ideene som ligger til grunn for økonomisk handling er basert på nedarvede tankemønstre som vi bruker mer eller mindre ubevisst, ofte uten å reflektere over verken gyldighet eller relevans. Det er derfor nødvendig å starte fra grunnen og se nærmere på den virkelighetsoppfatningen økonomisk teori og praksis bygger på.

Ideen om at virkeligheten er som et avansert urverk har lang tradisjon innenfor europeisk filosofi og vitenskap. Naturen og samfunnet blir forklart ved å vise til naturgitte lovmessigheter som styrer samspillet mellom atskilte deler. Ved hjelp av den "usynlige hånd" sørger markedsmekanismen for at egeninteresse blir omformet til fellesskapets beste. En forutsetning for at marked- og prismekanismene skal virke er at alle verdier omregnes til penger, dermed faller vesentlige deler ved virkeligheten bort. Resultatet blir en

ren forbruksideologi, der forbruket legitimerer seg selv samtidig som kulturelle fellesverdier og naturens egenverdi forsvinner bak et tåketeppe. Når vi på denne måten tilpasser oss markedet i stedet for å ta styringen selv blir vi redusert til avmektige redskaper for markedskreftene. Mekanistiske modeller påvirker med andre ord vår måte å forholde oss til virkeligheten. Livskvalitet forvandles til materiell velferd, eksistensielle utfordringer oversettes til kortsiktige forbruksmål og naturens egenverdi blir omtolket til kun å gjelde markedsverdien av alt fra gulrøtter til olje.

Dersom vi isteden betrakter økonomi ut fra en organisk virkelighetsoppfatning oppdager vi at alt henger sammen slik at relasjoner og prosesser blir viktigere enn atomer og produkter. Markedet fremstår som et nettverk av aktører som er gjensidig avhengige av hverandre. Konsekvensen er at markedsaktørene går over fra å være avmektige tilskuere til å bli medansvarlige deltakere i utviklingen. Økologisk økonomi forankret i en organisk virkelighetsforståelse åpner for grunnleggende endringer i økonomisk teori og praksis. Økologisk økonomi skiller seg fra ny-klassisk økonomi langs flere dimensjoner;

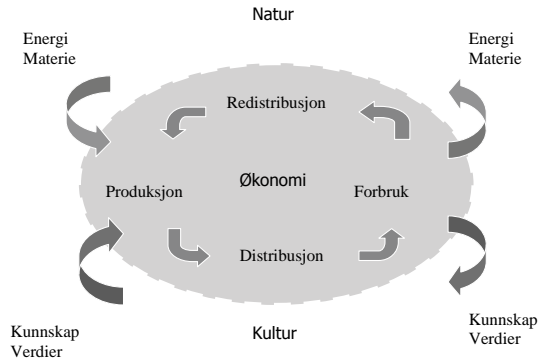
- Fra konkurranse til samarbeid
- Fra del (atomisme) til helhet (holisme)
- Fra verdimonisme til verdipluralisme
- Fra velferd til livskvalitet

For å fange opp og håndtere de utfordringene dagens økonomi står overfor er det nødvendig å erstatte atomiserte konkurransemarkeder med holistiske samarbeidsorganer basert på dialog mellom mennesker med kryssende perspektiver og motstridende interesser. For å sikre gyldighet, relevans og aktualitet er det viktig at de nye ideene er forankret i individuelle

og felles erfaringer. Det er verken ønskelig eller mulig å tvinge gjennom løsninger som ikke har grobunn i menneskenes intuisjoner, følelser og tanker. Økologisk økonomi åpner for verdimangfold gjennom dialogbasert samhandling mellom økonomi, miljø og samfunn. Fra å være et mål i seg selv blir økonomien et middel til å husholdere de tilgjengelige ressursene slik at det blir mulig å realisere "det gode liv" i "det gode samfunn".

Kretsløpsmodellen (fig. 1) illustrerer hvordan økonomisk virksomhet uløselig er knyttet sammen med sosiale og økologiske prosesser. Naturen representerer livsgrunnlaget for alle levende vesener, inkludert mennesket. Alle livsformer er avhengige av å inngå i vitale økosystemer for å overleve samtidig som økosystemenes livskraft forutsetter biologisk mangfold. Dersom antall arter reduseres eller forholdet mellom artene forskyves, svekkes livskraften både individuelt og kollektivt. I dette perspektivet er det lett å oppdage verdien som ligger innbakt i økosystemenes artsmangfold og symbiotiske interaksjon.

Figur 1. Kretsløpsøkonomi (Ingebrigtsen & Jakobsen 2004).



Gjennom tradisjon, integrasjon og sosialisering påvirker kulturen våre grunnverdier og etablerer konteksten for våre handlinger. Kulturen bidrar til utvikling av personlig og kollektiv identitet og utgjør grunnlaget for utvikling av livskvalitet. Dersom kulturen reduseres til en kommersiell vare forvirrer de felles meningskodeksene slik at resultatet kan bli normløshet og identitetskrise. For å sikre en livskraftig kulturell utvikling er det derfor viktig å balansere kulturens kommersielle produkter mot kulturens egenverdi.

Økonomiens viktigste oppgave er å fremskaffe og fordele varer og tjenester som sikrer at alle mennesker får tilfredsstilt sine vitale behov. I tillegg til å utvikle effektive systemer for produksjon, distribusjon,

forbruk og redistribusjon er det nødvendig å finne frem til løsninger som bidrar til rettferdig fordeling av økonomiske goder. Skala setter de fysiske grensene for økonomisk virksomhet, rettferdighet bestemmer hvordan godene skal fordeles og allokering definerer det tekniske mulighetsområdet for økonomien.

Et viktig bidrag i arbeidet med å initiere en kursending i retning av økologisk økonomi er overgangen fra konkurranse til samarbeide som grunnleggende prinsipp for markedsadferd. Gjennom dialogbasert samhandling er det mulig å balansere eventuelle interessenmotsetninger mellom natur, kultur og økonomi på en nyskapende og ansvarlig måte. Opprettelsen av arenaer for dialog bidrar til mangfold både i perspektiver og verdier. Dialog er å dele tanker, erfaringer og meninger for å øke egen og andres forståelse og innsikt. I dialogen gis det rom og tid for refleksjon, denne refleksjonen er nødvendig både for å forstå seg selv og de andre (Ims og Jakobsen 2006).

Refleksjonen gir muligheter for å stille spørsmål ved egne og andres antagelser – hvor man selv stiller med et åpent sinn for å la seg påvirke av ny og ukjent kunnskap, andres holdninger og ideer, og den kunnskap og de ideer som utvikles i løpet av prosessen. I dialogen er det også viktig at den enkelte er i stand til å betrakte seg selv ut fra den andres standpunkt. Dialog bidrar dermed til å utvikle deltakernes empatiske evner, noe som er helt avgjørende for å forstå sammenhenger og helheter. På denne måten erstattes konkurransemarkedets en-dimensjonale informasjonssystem med en beslutningsarena basert på verdimangfold. I praksis bør alle involverte personer eller grupper som direkte eller indirekte blir berørt av bedriftenes virksomhet (interessenter) trekkes inn i de diskursive prosessene.

Referanser

- Ims, K. & O. Jakobsen. 2006. Cooperation and Competition in the Context of Organic and Mechanic Worldviews - A Theoretical and Case based Discussion. *Journal of Business Ethics* 66:19-32.
- Ingebrigtsen, S. & O. Jakobsen. 2004. *Økonomi, natur og kultur*, Abstrakt forlag, Oslo. 161 s.

Landbrukssektoren i vannforvaltningen, ansvar - oppgaver - behov

EUs vanddirektiv vil være retningsgivende for vannforvaltningen i årene fram over. Det fører til økte miljøkrav og taktskifte i arbeidet for beskyttelse av vannressursene. Landbruks-sektoren som vil få betydelige oppgaver for å redusere vannforurensninger, trenger ny kunnskap og bedre verktøy. Det blir viktig med kort "avstand" fra forskning til praksis.

Eivind Berg
Landbruks- og matdepartementet
eivind.berg@lmd.dep.no

Landbrukets ansvar

EUs vanddirektiv og vannforvaltningsforskriften har som formål sikre en helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene. Det omfatter vassdrag, grunnvann og kystvann.

EUs vanddirektiv er svært omfattende. Det stiller detaljerte krav til organisering, planlegging, rapportering, dokumentasjon og til gjennomføring av tiltak. Det er gjennomført et stort arbeid for å legge til rette for praktisk oppfølging av direktivet. Det ligger nå flere veiledere på www.vannportalen.no.

Prinsippet om sektoransvar legges til grunn slik at hver sektor beholder dagens rolle og ansvar. Landbruksforvaltningen har ansvaret for effektive virkemidler og å legge til rette for en kostnadseffektiv gjennomføring av tiltak innen sin sektor. Dagens virkemidler skal videreføres og videreutvikles. Samordnings-funksjoner skal ivaretas av vannregionmyndigheten, DN og Miljøverndepartementet.

Prinsippet om sektoransvar betyr at landsbrukssektoren fortsatt skal være skipper på egen skute for å utvikle og gjennomføre miljøtilpasninger i landbruket. Oppfølging av kravene i vanddirektivet og vannforvaltningsforskriften som er rettet mot landbruk, er derfor hele landbrukssektorens ansvar i bred betydning.

Vannforvaltningsforskriften gir føringer for lokal og regional organisering av arbeidet der alle aktuelle interessenter bør involvere og engasjere seg i arbeidet. Det er et lokalt ansvar å lage tiltaksanalyser, tiltaksplaner og følge opp disse for de enkelte vannområder. Forvaltningsplan lages for hver vannregion. Den skal være overordnet i form og inneholde en beskrivelse

av tiltaksanalysene for vannområdene. Det er viktig at landbruksforvaltningen lokal og regionalt, næringsorganisasjonen m. fl. gir innspill i til forvaltningsplanene under høringsperioden i 2009. Det er spesielt viktig at målene som settes for vannforekomster, blir realistiske og at risiko eller begrensninger for ikke å nå målene, blir omtalt og begrunnet.

Det er også viktig og nødvendig med systemer for dokumentasjon av tilstand og gjennomførte tiltak i landbruket. Dette trenger vi for rapportering til ESA og ikke minst trenger vi gode data på dette området slik at vi er i stand til å følge opp arbeidet på en realistisk måte gjennom kostnadseffektive tiltak.

Landbrukets oppgaver

Forurensningsproblematikken vil være en hovedoppgave i jordbruksområdene på Østlandet, Jæren, i Trøndelag og for øvrig på lokale steder ellers i landet.

Landbruksforurensning av vann betyr som kjent, at ressurser er på avveie, dvs. de tapes fra arealene der de skulle gi grunnlag for planteproduksjon. Vi må legge mer vekt på god jordstruktur og utnyttelse av næringsstoffene i planteproduksjonen. Dette må være faglig basert.

Mange av kravene som kommer fram ved vannforvaltningsforskriften, er i samsvar med prinsippene for bærekraftig landbruk. Utfordringen med å følge opp vannforvaltningsforskriften, er i første rekke knyttet til hvorledes og hvor raskt en skal kunne foreta nødvendige og aktuelle endringer i landbruket. Vannforvaltningsforskriften gir nasjonalt handlingsrom for aktuelle tiltak, men ikke for å unnlate handling.

En viktig strategi for arbeidet i landbrukssektoren bør være å legge til rette for og gjennomføring av en mer miljøtilpasset praksis i plantedyrkingen og en teknologisk utvikling. Innen landbruksforskningen, landbruksrådgivningen, hos fylkesmannen og i kommunene er en i gang med dette arbeidet. Mye verdifull kunnskap og kompetanse om organisering, planlegging og tiltaks-gjennomføring foreligger. Det er viktig å få kommunisert slik kunnskap og erfaringer raskt ut over hele landet slik at flere kan få nytte av det.

Det er imidlertid en betydelig oppgave å legge til rette for at landets bønder, kan foreta miljøtilpassninger på en god måte. I tillegg til utfordringer knyttet til vann, kommer det oppgaver i forbindelse med klimaendringene. LMD arbeider nå med en egen Stortings-melding om klima som skal behandles i Stortinget i vårsesjonen. Generelt er slik at tiltak for bedre vann og tiltak for å begrense klimaendringer, vil understøtte hverandre. Politikken på disse områdene må derfor sees i sammenheng og følges opp på en samordnet måte.

Informasjon, involvering og motivasjon blir viktig framover. Hovedstrategien bør være å integrere dette så bredt som mulig i alt arbeidet med kommunikasjon innen landbrukssektoren og til allmennheten og å lage egne prosjekter der spesiell innsats trengs, for eksempel ved pilotprosjekter. Det er spesielt gledelig å se at Bioforsk har tatt opp vann som eget tema på denne konferansen.

Landbrukets interesser for bruk av vannressurser, dvs. vann til folk og husdyr, til vanning og vannbruk i næringen som turisme, fiske og småkraftverk.

Landbrukets behov

Landbruket har en god verktøykasse for å foreta miljøtilpassninger. Forvaltningssystemene som er utviklet og satt i verk gjennom det nasjonale og de regionale miljøprogrammene, inklusiv miljøplan for gardsbruk, er godt egnet for oppgaver under vannforvaltningsforskriften. Det er imidlertid behov for videreutvikling. Dette er på gang gjennom rulleringen av miljøprogrammene som nå er til gjennomgang med godkjenning av partene for jordbruksavtalen. Det er også mye som taler for at Miljøplan 2 - konseptet bør utvikles videre.

Landbruket har bra med verktøy i verktøykassa med virkemidler og det pågående arbeidet med FoU-innsats,

planlegging, kommunikasjons-, og informasjonsinnsats.

Landbrukssektoren trenger imidlertid en oppjustering av verktøyet. Som et ledd i dette arbeidet ble det i brevet fra departementet til Bioforsk for tildeling av midler til nasjonale oppgaver i 2008, spesifisert flere og mer omfattende oppgaver på miljøområdet. Oppfølging av vannforvaltningsforskriften har vært en sak i jordbruksforhandlingene i noen år. Det er grunn til å anta at dette vil forsterkes framover i tid.

Bedre praksis i plantedyrkingen omfatter kjente oppgaver innen gjødselplanlegging, gjødslingsmetoder, jordarbeiding, sikring og utvikling av god jordstruktur med mer. Det arbeides alt en god del med slike oppgaver. Tiltak innen disse områder har generelt en meget god kostnadseffektivitet mht vannkvalitet og kan i stor grad gjennomføres uten at avlingspotensialet reduseres i særlig grad. Det er fortsatt muligheter for miljøgevinster ved innføring av mer miljøtilpasset dyrkingspraksis. Det er derfor viktig og nødvendig med fortsatt og øket FoU-innsats på dette området.

Behovet for teknologisk utvikling er særlig knyttet til det som også kalles hydroteknikk, dvs. grøfting, graskledde vannveier, vegetasjonssoner, rensedammer og tiltak for erosjonssikring.

I tillegg har vi fortsatt betydelig utfordringer med husdyrgjødsel. Det kan tyde på at noen husdyrtette områder får overskudd av fosfor etter de nye gjødslingsnormene. I tillegg har vi i Norge en dårlig utnyttelse av nitrogenet i husdyrgjødsel. Det er et forholdsvis stort tap av nitrogen i form av ammoniakk. Dette gir både forsuringseffekter, uønskede gjødslingseffekter på naturen, og det er indirekte med på øke utslippet av drivhusgassen lystgass.

Arbeidet med utvikling av tiltak og virkemidler for bedre vannmiljø må sees i sammenheng med klimaarbeidet i jordbruket. Jordarbeidingsmetoder har betydning for karbonbalansen i jord. Gjødslingspraksis og husdyrgjødselbruken henger sammen med lystgasstap. I tillegg innvirker grøfting og håndtering av vann på jordet både på størrelsen av lystgasstapet og karbonhusholdningen i jorda. Erosjon er også karbon på avveie, noe som vil redusere jordbruksjords evne til å være et karbonlager over tid. Landbruks- og matdepartementet ser det derfor som sentralt at vannmiljø og klimaarbeidet sees i sammenheng slik at vi kan utvikle vann-vinn effekter av tiltak.

Vannovervåking: Penger rett i elva eller kostnadseffektivt og i henhold til Rammedirektivet?

Denne artikkelen setter søkelyset på hvordan en kostnadseffektiv overvåking kan være et viktig hjelpemiddel for god vassdragsforvaltning i henhold til EUs Rammedirektiv for vann.

Eva Skarbøvik
Bioforsk Jord og miljø
eva.skarbovik@bioforsk.no

Innledning

Overvåking av Norges vannforekomster må på mange måter sees i et nytt lys nå som EUs Rammedirektiv for vann (RDV) gjennomføres. Et viktig spørsmål i den forbindelse er hvordan vannregionmyndighetene kan få mest mulig ut av den vannovervåkingen som utføres. Bioforsk har lang erfaring i overvåking av jordbruksvassdrag gjennom JOVA-programmet, samtidig som overvåkingen av Vansjø-Hobølvassdraget har vært et pilotarbeid for implementeringen av RDV og derfor gitt verdifull informasjon som også bør være nyttig for andre vannregionmyndigheter i Norge. Det skilles mellom tre ulike typer overvåking i RDV, basisovervåking, tiltaksovervåking, samt problemkartlegging, hvorav denne artikkelen først og fremst omfatter tiltaksovervåkingen. Tiltaksovervåkingen skal gi informasjon om den faktiske tilstanden i vannforekomster hvor det er fare for å ikke oppnå god tilstand innen 2015. Vassdrag som renner gjennom jordbruksområder er ofte karakterisert til å være i middels eller dårlig tilstand, og her må det derfor iverksettes tiltak og drives tiltaksovervåking.

Det fokuseres i denne artikkelen på overvåking av næringssalter i elver og bekker. RDV er først og fremst et biologisk direktiv men det er ofte få overvåkingsprogrammer for biologi i vassdragene. Konsentrasjon av næringssalter benyttes derfor ofte som en støtteparameter for å vurdere den biologiske tilstanden.

Hvorfor overvåke

En viktig forutsetning for å designe et godt overvåkingsprogram er at hensikten med overvåkingen er klarlagt. Hovedmålsetningen for tiltaksovervåkingen er nevnt over, men innenfor denne målsetningen kan

flere andre mål detaljeres, som vil bli mer utdypet nedenfor:

- Bestemme tilstandsklassen for vannforekomsten mest mulig nøyaktig;
- Beregne sannsynlige tilførsler til en resipient;
- Identifisere forurensingskilder;
- Designe et kostnadseffektivt tiltaksprogram;
- Vurdere endringer over tid.

Overvåking for å bestemme tilstandsklasse

I henhold til RDV gir gjennomsnittskonsentrasjoner en indikasjon på tilstandsklassen for den enkelte parameter. Tradisjonelt har overvåkingen gjerne vært benyttet til å finne nettopp slike gjennomsnittskonsentrasjoner av utvalgte stoffer. I rennende vann er imidlertid dette en øvelse med store potensielle feilkilder, da konsentrasjoner av enkelte parametre varierer kraftig over tid. Det er derfor fare for å feilvurdere gjennomsnittskonsentrasjoner, og dermed også finne feil tilstandsklasse. I Lyrche Solheim *et al.* (2008) har Bioforsk derfor foreslått en metodikk for beregning av gjennomsnittskonsentrasjoner i rennende vann. Metoden innebærer bl.a. at data fra de tre siste år benyttes, og at prøver tatt bevisst under flom fjernes fra dataserien, det siste for å unngå for høye gjennomsnittlige konsentrasjonsverdier.

Overvåking for å beregne sannsynlige tilførsler

Tiltak i elver og bekker utføres ofte for å bedre forholdene i en innsjø eller kyststrekning nedstrøms. For å kunne vurdere hvor tiltakene skal settes inn er det da ikke nok å skaffe informasjon om konsentrasjoner men også om transporten av stoffer i vassdraget. Siden størsteparten av årstransporten kan gå i løpet av noen få dager med høy vannføring er det

uhyre viktig å utføre målinger under slike flomvannføringer. I perioder uten målinger må transporten beregnes, og Bioforsk arbeider for tiden med å finne den beste metodikken for slike transportberegninger. Resultatene av disse undersøkelsene planlegges rapportert i løpet av 2009.

Overvåking for å identifisere forurensingskilder og vurdere tiltak

Det er som regel kostbart å iverksette tiltak mot forurensing, og en av de viktigste oppgavene til et godt overvåkingsprogram vil derfor være å i størst mulig grad bestemme hvilke kilder som bidrar med hva slags forurensing. Transportberegningene som ble beskrevet over kan benyttes til å lage næringsstoffbudsjetter. Slike budsjetter ble f.eks. laget i Vansjø-Hobølvassdraget og viste at næringsstofftilførslene ikke var slik som man opprinnelig antok. Dette er viktig kunnskap for å kunne sette inn tiltak der de virker best. Slike forurensingsbudsjetter kan variere noe fra år til år på grunn av variasjoner i vannføring og det er derfor viktig å legge flere år til grunn for beregningene. Budsjetter for f.eks. fosfor kan videre avvike fra budsjetter for andre næringsstoffer eller partikler, og slike forskjeller gir viktig informasjon om hvilke tiltak som vil ha størst effekt hvor.

I tillegg til slike budsjetter kan kampanjemålinger av flere lokaliteter i vassdraget under ulike klimaforhold (regnværsepisoder, snøsmelting, lavvann) gi viktig informasjon. Selv om bakterier ikke inngår som en av parametrene i RDV, vil analyser av tarmbakterier gi gode indikasjoner på om et høyt næringsstoffinnhold skyldes jordbruk, avløp, eller begge deler. Videre kan analyser av næringsstoffinnholdet i jord og sediment i nedbørfeltet gi indikasjon på om det kan forventes forsinkelser i systemet og dermed forsinkelser i effekter av tiltakene.

Overvåking for å vurdere endringer

En av de vanskeligste oppgavene i et overvåkingsprogram er å vurdere endringer i konsentrasjoner og tilførsler over tid. Naturlige endringer fra år til år kan være store på grunn av klimatiske variasjoner, og det er derfor viktig å vurdere endringene i lys av vannføringsvariasjoner. I Stålnackes artikkel i samme publikasjon (Stålnacke 2009) beskrives metodikk for trendanalyser. Slike analyser er nødvendige for å kunne vurdere om tiltakene virker eller ikke. For at trendanalyser skal bli best mulig må overvåkingsprogrammene designes med dette for øyet, bl.a. er det viktig å beholde stasjoner med lange tidsserier.

Kostnadseffektiv overvåking

En viktig oppgave i ethvert overvåkingsprogram bør være å vurdere hva dataene hittil har vært benyttet til og om det kan finnes andre nyttige bruksområder. Faktorer som plassering av målestasjonene, hyppighet av prøvetaking samt hvilke parametre som skal måles hvor bør gjennomgås med jevne mellomrom. Kanskje kan enkelte stasjoner nedlegges eller parametervalget endres. Samtidig er det viktig at eventuelle gode tidsserier ivaretas. Overvåking av vassdrag er kostbart men om overvåkingen utføres på en god måte kan store ressurser spares inn ved at tiltakene som utføres blir optimale.

Referanser

- Lyche Solheim, A., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A.K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H.O. Eggestad & A. Engebretsen. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA-Rapport 5708-2008. 79 s.
- Stålnacke, P. 2009. Trendy data: Om å vurdere trender i overvåkingsdata – nytteverdi og fallgruver. Bioforsk Fokus 4(2):18-19.

Ekstremer i avrenning under klimaendringer, hvordan kan vi anvende resultater fra JOVA-programmet

De fleste klimascenarier tilsier en økning i temperatur samt mer nedbør om høsten og vinteren. Denne presentasjonen viser et utvalg av resultater fra JOVA-programmet som kan være til nytte i planleggingen av tiltak for å redusere næringsstofftap og erosjon fra landbruket ved klimaendringer.

Johannes Deelstra
Bioforsk Jord og miljø
johannes.deelstra@bioforsk.no

Innledningen

JOVA-programmet har et landsdekkende nett av målestasjoner i små nedbørfelt dominert av jordbruk. Ett av målene til programmet er å dokumentere miljøeffektene fra landbruket ved å kvantifisere næringsstofftap og erosjon. Feltene representerer forskjellige driftsformer og klimatiske forhold i Norge (figur 1)



Figur 1. Plassering av JOVA feltene.

Bioforsk - Jord og miljø har gjennom JOVA-programmet samlet inn lengre måleserier om nedbør og avrenning fra ulike stasjoner rundt i landet. Dette datamaterialet kan anvendes til vurderinger av effekter av framtidige klimaendringer. De fleste scenarier for klimaendringer forutsier at det blir en økning i nedbør særlig etter vekstsesongens slutt, i tillegg til

mildere, ustabile vintre. Ustabile vintre kan føre til flere fryse og tinesykluser som kan redusere jordas infiltrasjonsevne og som kan føre til en økning i overflateavrenning og tap av både jordpartikler og fosfor. Det kan være en fare for at dreneringssystemer og hydrotekniske anlegg ikke er riktig dimensjonert i forhold til et nytt klimaregime. Mildere vær med en økning i nedbør utover høstsesongen kan også føre til en økning i nitrogenavrenning.

Avrenning og tid

Karakteristisk for JOVA-feltene er at det meste av avrenningen skjer innenfor et begrenset antall dager hvert år. Et eksempel er gitt for Skuterud feltet for året 2007 - 2008. Mens det tar 118 dager å få 90 % av årsavrenningen ut av feltet tar det kun 26 dager å drenere bort 50 % (tabell 1). Nitrogenet (N-tap) følger vannet og bruker nesten samme antall dager. Det tar betydelig mindre tid å drenere bort 50 % og 90 % for fosfor (P-tap) og jordpartikler (jordtap). Det er ikke usannsynlig at en betydelig andel av fosforet og jordpartiklene kan forsvinne gjennom grøftesystemer, som antydnet av Deelstra i samme publikasjon (Deelstra 2009). I valget av tiltak for reduksjon av fosforavrenning fra jordbruksdominerte nedbørsfelter er det viktig å ta hensyn til den korte oppholdstiden for jordpartikler og fosfor.

Tabell 1. Avrenning, N-tap og P-tap samt jordtap for Skuterud, sesongen 2007 - 2008.

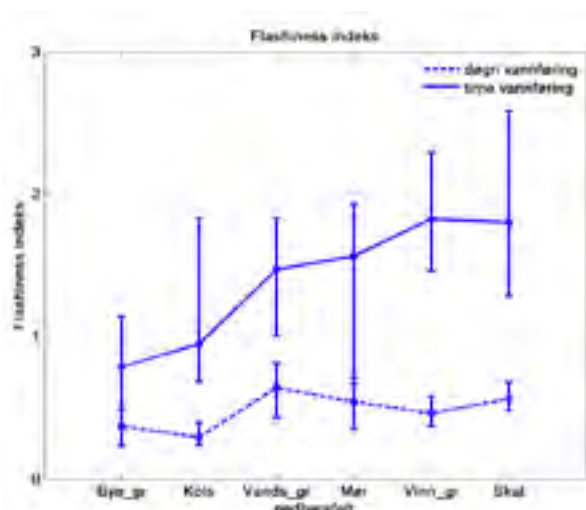
Andel av årsavrenning %	avrenning	jordtap	P-tap	N-tap
	antall dager			
50	26	12	16	23
90	118	66	80	106
100	365	365	365	365

Tabell 2. Avrenning, tap av næringsstoff og erosjon i Skuterudfeltet, høsten 2000.

	01.05.00 - 01.05.01		1993 - 1999 (gjennomsnitt)	
	høst	år	høst	År
Nedbør (mm)	647	1305	232	785
Avrenning (mm)	655	1042	139	438
Nitrogen (kg ha ⁻¹)	43	71	15	39
Fosfor (kg ha ⁻¹)	4	6	1	2
Jordtap (kg ha ⁻¹)	1921	3060	323	1448

Spesifikk avrenning

I mange tilfeller blir den spesifikke avrenningen (avrenning per arealenhet) beregnet på bakgrunn av gjennomsnittlige døgnverdier for avrenning. Målingen fra JOVA-feltene viser likevel en stor økning i den spesifikke avrenningen når den blir beregnet ut fra avrenning med høyere tidsoppløsning, som vist for Skuterud feltet (4,5 km²) i figur 2.

Figur 2. Spesifikk avrenning (l s⁻¹ ha⁻¹) for Skuterud og Høgfoss.

Karakteristisk for jordbruksdominerte nedbørfelt er den hurtige respons i avrenningen på nedbør eller snøsmelting med store døgnvariasjoner (Deelstra 2009). For store nedbørfelt er responsen betydelig mindre, noe som resultatet for Høbøelvas nedbørfelt oppstrøms Høgfoss (295 km²) viser. Det er sannsynlig at klimaendringer med mer nedbør fører til økt avrenning. I så fall er det viktig at dimensjoneringen av hydrotekniske tiltak i landbruksdominerte nedbørfelt tar utgangspunkt i timeverdier for avrenning.

Avrenning, tap av næringsstoffer og erosjon

Klimaendringer vil sannsynligvis føre til en kortere, mildere vinter med flere fryse/tine sykluser. En analyse av værdata, samlet inn av IMT/UMB, viste en

stor variasjon i frost-indeksen. Frost-indeksen i dette tilfelle er et uttrykk for hvor "streng" vinteren har vært. Antall fryse/tine perioder øker betydelig når frost-indeksen blir mindre (Deelstra *et al.* 2008). En økning i antall fryse/tine-perioder fører til en reduksjon i jordas aggregatstabilitet og gjør den dermed mer utsatt for erosjon og fosfortap. Høsten 2000 kan kanskje ha vært et eksempel på hva vi har i vente da ble det målt store nedbørmengder i Sør-Norge, noe som førte til ekstremt mye avrenning, næringsstofftap og erosjon i Skuterudfeltet (Ludvigsen *et al.* 2001). Fra september - desember var nedbøren cirka 3 ganger større enn gjennomsnittet for perioden 1993 - 99, med en tilsvarende økning i erosjon og næringsstofftap (tabell 2). I midten av desember kom det et brått omslag til vinterforhold. Den bratte overgangen førte til stor skade på sådd høsthvete, og tilsåing med vørkorn var nødvendig i mange tilfeller.

Oppsummering

Klimaendringer som gir en økning av nedbør etter vekstsesongens slutt kan føre til mer erosjon og næringsstofftap. Avrenningen høsten 2000 kan være et eksempel på dette. Avrenningsmålinger i JOVA-feltene har vist at det er store døgnvariasjoner i avrenningen, noe som det må tas hensyn til ved dimensjoneringen av hydrotekniske tiltak. I valg av tiltak for å redusere fosforavrenning er det viktig å ta hensyn til den relativ korte tiden det tar å drenere fosfor ut av nedbørfeltet, særlig dersom dette skjer gjennom grøftesystemer.

Referanser

- Deelstra, J., H.O. Eggestad, N.-O. Kitterød, A.-G.B. Blankenberg. 2008. Climate change, erosion and nutrient loss from agricultural dominated catchments in South Eastern Norway. Bioforsk FOKUS 3(8):21.
- Deelstra, J. 2009. Grøfter - en snarvei for næringsstoffer og jordpartikler? Bioforsk FOKUS 4(2):38-39.
- Ludvigsen, G.H., S.M. Vandsemb & M. Bechmann. 2001. Jordmonnovervåking i Norge. Feltrapporter for programmet i 2000. Jordforsk rapport nr. 70/2001.

Trendy data: Om å vurdere trender i overvåkingsdata – nytteverdi og fallgruver

I denne artikkelen gis eksempler på betydningen av lange tidsserier med spesiell fokus på at statistiske analyser av tidsserier med miljø-overvåkingsdata er et viktig verktøy for å øke forståelsen av hvilke faktorer som styrer langtidsforandringer av vannkvalitet.

Per Stålnacke
Bioforsk Jord og miljø
per.stalnacke@bioforsk.no

Hvorfor overvåke?

Felles for mange overvåkingsprogrammer er en målsetning om at resultatene skal brukes for å vurdere behovet for tiltak og virkninger av tiltak. Overvåkingen skal dessuten gi en oversikt over forurensningssituasjonen og nødvendig kunnskap om generelle forurensningsproblemer, og er i mange tilfeller et ledd i internasjonale avtaler som Norge har underskrevet.

Overvåkingen gjennomføres for å kunne:

- treffe beslutninger om tiltak m.h.p. utslippsberegninger
- dokumentere effekter av internasjonale avtaler
- dokumentere behov for ytterligere tiltak internasjonalt og styrking av avtalene
- vurdere behov for og eventuelt omfang av reparerende tiltak
- gi grunnlag for informasjon generelt til politikere, myndigheter og publikum

EUs rammedirektiv for vann (2000/60EC) gir Norge en lovfestet plikt til å nå en tilfredsstillende status for alle vannforekomster innen 2015. Hvis disse krav skal innfris står vi ovenfor en stor utfordring når det gjelder å få tilstrekkelig datagrunnlag med dagens vannkvalitetsovervåking.

Oversikt over vannrelatert overvåking i Norge

Flere nasjonale vannrelaterte overvåkningsprogram drives innen Statlig program for forurensningsovervåking. For eksempel:

- Miljøgifter langs norskekysten (JAMP)
- Kystovervåkingen
- Elvetilførselprogrammet (RID)
- Forsuringsovervåkingen
- Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

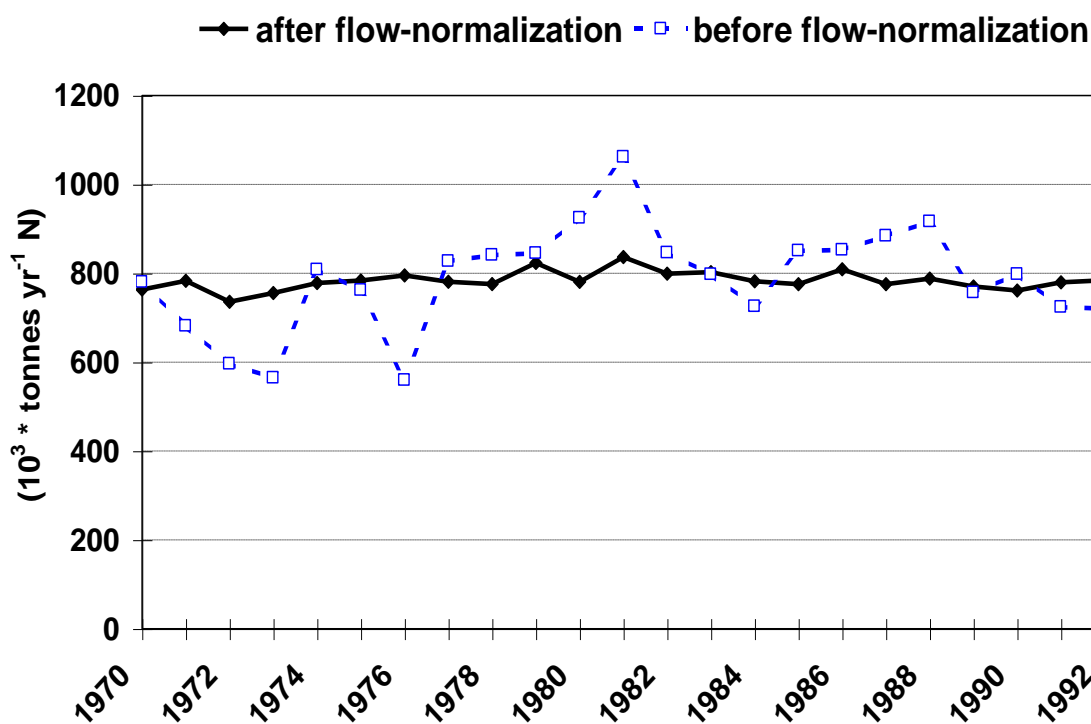
Bioforsk driver overvåking av landbruksbekker i det såkalte JOVA-programmet. I tillegg driver fylkesmannen og kommuner egen overvåking (for eksempel Gjærstjøen, Vansjø og Morsa-vassdraget), og noen forskere og enkelte sammenslutninger som "Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver" har lange tidsserier fra enkelte langvarige prosjekter.

Menneskeskapt og naturlig variasjon

Sett fra vannfaglig side er lange tidsserier viktig for å dokumentere tilstand og utvikling som følge av menneskeskapt påvirkning. Imidlertid er tidsserier av miljø-overvåkingsdata ofte sterkt påvirket av klimafaktorer som kompliserer konklusjoner om antropogent betingede variasjoner over tid. Det er f. eks. et velkjent faktum at variasjonen i transporten og konsentrasjoner av både uorganiske og organiske substanser i vassdrag er sterkt knyttet til variasjon i avrenning (figur 1). Samme type problematikk gjelder også for miljøovervåkingsdata i innsjøer og marint vann der for eksempel vannstand, vindforhold og salinnhold kan forstyrre tolkningen av menneskeskaptet tidstrender. Påvirkningen av klimafaktorer er imidlertid nyttig dersom man ønsker å forstå systemet ut fra naturlige variasjoner og forutsi effekten av et endret klima på vannkvalitet.

Statistiske utfordringer

Tidsserier av vannkvalitet inneholder ofte enkelte ekstreme verdier ('outliers'), hull i dataserien, eller verdier under deteksjonsgrensen for den laboratoriemetode som ble brukt. Videre er dataene sett fra statistisk og matematisk synspunkt ofte karakterisert av skjeve fordelinger (ikke normalfordelte), sesongvariasjon og seriell korrelasjon mellom prøvetakingstifellene. Disse egenskapene hos dataene har gitt opphav til utvikling av nye dataanalyse-metoder som



Figur 1. Transport av nitrogen fra elver til Østersjøen 1970-1993 med og uten vannføringsnormalisering. Kilde: Stålnacke *et al.* (1999).

alternativ til vanlig regresjonsanalyse.

Når det gjelder valg av metode, har sammenligning av forskjellige metoder (Mann Kendall-analyser og regresjonsanalyser) vist at det ikke blir særlig store forskjeller i fortolkning. Regresjonsmodellene gir imidlertid ofte høyere signifikans enn tilsvarende MK-modeller. Regresjonsanalyse bygger også på flere antakelser (krav om normalfordelte data, homogen varians etc). Imidlertid er disse kravene ofte ikke oppfylt, og regresjonsmetodikk er derfor ikke å anbefale, siden metoden lett kan overestimere signifikansen av variablene. I stedet anbefales (slik den internasjonale faglitteraturen tilsier) bruk av ikke-parametriske metoder av typen Mann-Kendall og lignende. Disse metoder er erfaringsmessig robuste.

Nytteverdi og fallgruver

Eksemlene viser tydelig viktigheten av lange tidsreier. For eksempel kan data fra en begrenset tidsperiode (typisk 3-6 år) gi et falskt eller over-optimistisk bilde av menneskeskapt forandringer i vannkvaliteten som følge av gjennomførte tiltak. Når det gjelder andre fallgruver, så viser eksemplene at korrekt statistisk håndtering av data sammen med vann-kjemisk kunnskap er meget viktig for fortolkninger av endringer over tid. Et annet kompliserende forhold er at tidsserier av vannkvalitetsdata ofte er sterkt påvirket

av klimafaktorer (eller andre typer eksterne faktorer knyttet til naturlig variasjon) som kompliserer og eventuelt overskygger konklusjoner om antropogent betingede variasjoner og langtidstrender over tid. På den annen side kan naturlige variasjoner inneholde verdifull informasjon om hvordan systemet påvirkes av klima. Dette er viktig kunnskap i forbindelse med økosystemers respons på et varmere, villere og våtere klima.

Referanse

Stålnacke, P., A. Grimvall, K. Sundblad & A. Tonderski. 1999. Estimation of riverine loads of nitrogen and phosphorus to the Baltic Sea, 1970-1993. *Environmental Monitoring and Assessment* 58:173-200.

Modellering – kan modeller gi oss informasjon når vi ikke kan overvåke alt?

Overvåking kan av praktiske og økonomiske årsaker bare gi oss informasjon om en liten del av vannets veier og dets kvalitetsutvikling. Modeller kan hjelpe oss å lage bedre overvåkningsprogram og øke vår forståelse av viktige sammenhenger i nedbørfeltet.

Helen K. French
Bioforsk Jord og miljø
helen.french@bioforsk.no

Innledning

EUs rammedirektiv for vann (RDV) setter krav til forvaltningen om å kartlegge vannkvalitet og utviklingen av denne i norske vassdrag. Dette gjelder både overflatevann og grunnvann. Ulike utfordringer og krav stilles til disse to systemene, men kjernen i begge tilfeller er det å få god nok informasjon om situasjonen i tid og rom. Ideelt sett bør man ha:

- Klimadata, vannførings- og kvalitetsmålinger på samme sted
- Så mange målepunkter som mulig

Erfaringen når det gjelder overvåking av overflatevann både i Norge og i Europa er at vannkvantitet og -kvalitet måles på ulike stasjoner og med ulik tidsoppløsning. Dersom disse datasettene skal kombineres, må man gjøre en rekke antagelser for å hente ut informasjon om utviklingen i vassdraget som helhet, og for å tolke hendelser som fører til økt avrenning av næringsstoffer eller forurensningskomponenter. Det siste punktet er nødvendig for å iverksette nødvendige tiltak for å forbedre situasjonen. Videre er det av praktiske og økonomiske årsaker ikke mulig å overvåke alle vassdrag. Krav til grunnvannskvalitet er også inkludert i RDV, her stilles det bl.a. konsentrasjonskrav i forhold til nitratforbindelser, samtidig som pesticider og toksiske forbindelser ikke skal forekomme. Igjen er utfordringen å ha god nok oversikt over tilstanden i hele grunnvannssystemet, men boring av brønner og installasjon av sensorer og loggere er kostbart.

Ulike typer modeller

Spørsmålet er om vi kan bruke modeller som et hjelpemiddel når vi mangler overvåkningsdata, både når de mangler helt og når de mangler delvis. Flere bøker og artikler er skrevet om dette tema, bl.a. av Wagener *et al.* (2004), og det blir derfor en meget kort

beskrivelse av dette tema her. Det finnes mange typer modeller, fra de rent statistiske til fysisk baserte prosessmodeller:

- Betegnelsen statistisk modell brukes ofte når man ønsker å interpolere mellom kjente punkt i tid eller rom (for eksempel Kriging). Ulike interpolasjonsteknikker, der man for eksempel tar hensyn til høyde over havet og helningsretning, benyttes bl.a. for å estimere klimatiske forhold og avrenningssituasjon mellom målestasjoner på nasjonal basis (www.senorge.no).
- Empiriske modeller baserer seg på at man har en rekke måledata av en såkalt drivende variabel, som for eksempel nedbør, og utfallsvariabelen, som for eksempel avrenning. Ulike modeller fra enkle lineære til mer komplekse ikke-lineære multivariate regresjoner kan beskrive slike sammenhenger. Parametrene i modellen er avhengig av en rekke sammensatte faktorer i feltet og er stedsbestemt. For å finne parametrene er vi avhengig av å ha målte tidsserier fra feltet - eller vi må nøye oss med å bruke parametere fra felt som er mest mulig likt det feltet vi ikke har målinger.
- Mer komplekse modeller er basert på at de grunnleggende fysiske prosessene som inngår er kjent. De fleste grunnvannsmodeller (for eksempel Modflow, FeFlow, SUTRA, COMSOL) kan klassifiseres som prosessmodeller, men også for overflateavrenning finnes det slike modeller (for eksempel Lisem). I slike modeller brukes nedbørdata og temperatur som drivvariable. De umettede vannledningsegenskapene beskrives av den ikke-lineære sammenhengen mellom vanninnhold og hydraulisk ledningsevne. Felles for denne

type modeller er at parametrene er målbare fysiske verdier fra feltet som for eksempel jordas vannledningsevne (K_s), porøsitet og lignende. Dermed kan man skaffe nødvendige parametre i modellen ved å analysere jordprøver fra feltet og kartlegge grunnen og landskapsmessige forhold. For å ta hensyn til usikkerheten i disse parametrene og det at man kun har målinger i noen få punkter kan man kjøre modellen for mange fysiske beskrivelser av feltet (Monte Carlo simuleringer).

Valg av modell

Hvilken modell man velger i en gitt situasjon er avhengig av problemstillingen man ønsker å løse. Selv om parametrene i modellene beskrevet ovenfor har ulik grad av målbarhet, er det ikke slik at den ene modellstrategien er bedre enn den andre i forhold til å "erstatte" målte data eller interpolere mellom målte data. Også fysiske prosessmodeller er avhengig av at vi har noen målte data å sjekke modellen vår mot, for eksempel grunnvannstand eller vannføring. Det viktige i overvåkningssammenheng er at vi har en modell som kan hjelpe oss å kombinere de dataene vi har på en mest mulig fornuftig måte. Modeller er viktige for å oppnå bedre prosessforståelse, slik at vi bedre kan overføre informasjon og kunnskap fra ett felt til et annet. Modeller er også svært nyttige for å bestemme antallet og den optimale plasseringen av målestasjoner. Noen problemstillinger der det er aktuelt å bruke modeller sammen med overvåkningsmålinger er:

- **Flomvarsling:** En prognosemodell kan baseres på bruk av en enkel konseptuell modell av vannbalansen på stor skala. Modellen kalibreres til målte nedbørverdier og vannføringsdata, men modellparametrene kan oppdateres for å tilpasse modellert vannføring til målte data fra et overvåkningsprogram. Det betyr at virkningen av tidsbestemte faktorer i feltet som for eksempel høyt vanninnhold i jord, frost osv. kan korrigeres for undervegs.
- **Dimensjonering:** Ofte benyttes enkle modeller for avrenning basert på kunnskap om nedbørfeltet (topografisk utstrekning) sammen med nedbørfrekvens (intensitetskurver). Slike intensitetskurver er beregnet på grunnlag av målte meteorologiske data, hvor nærmeste stasjon benyttes.

- **Vannkvalitet (elv/innsjø):** GIS-baserte risikoverktøy kombinerer landskapsrelaterte faktorer som jordtype, helningsgrad, driftsform, gjødsling osv. for å stedfeste potensielle problemområder. Målte data benyttes for å sjekke om risikokartet stemmer med observasjoner.
- **Grunnvannskvalitet:** Prosessbaserte modeller kan på bakgrunn av fysiske og bio-geo-kjemiske sammenhenger beregne vannets og næringsstoffenes strømningsveier og oppholdstid. Feltnålinger av grunnvannstand og forurensningskonsentrasjon brukes for å sjekke om modellberegningene er gode nok, samtidig som modellen kan avdekke alternative transportveier eller fremtidig forurensingssituasjon. Dette er noe av problemstillingene det arbeides med i EU prosjektet SoilCAM (www.soilcam.eu) ledet av Bioforsk.

Konklusjon

Modeller kan benyttes på en rekke måter, bl.a. for å gi økt informasjon om nedbørfeltets prosesser, for å interpolere mellom allerede målte dataverdier eller for å generere nye data i umålte felt. Bruk av modeller vil derfor kunne gi verdifull informasjon til forvaltere og bør kunne benyttes i økt grad i forbindelse med implementeringen av RDV. Hvilken modell som benyttes vil være avhengig av problemstillingen. Bioforsk Jord og miljø satser for tiden på å øke sin kompetanse innen modellering av prosesser i nedbørfeltet, både mht grunn- og overflatevann, og deltar for tiden i en rekke forskningsprosjekter om emnet.

Referanse

Wagener, T., H.S. Wheatler & H.V. Gupta. 2004. Rainfall-runoff modelling in gauged and ungauged catchments, Imperial college press. 281 pp.

Elveperlemusling – indikator og miljøaktør

Elveperlemuslingen *Margaritifera margaritifera* er en av våre fire store ferskvannsmuslinger, og den eneste som er utbredt gjennom hele landet. Norge har om lag halvparten av Europas elveperlemuslinger. Elveperlemusling har en nær sameksistens med laks og ørret. Truslene mot elveperlemuslingen influerer også på disse fiskeartene.

Paul Eric Aspholm
Bioforsk Jord og miljø
paul.eric.aspholm@bioforsk.no

Elveperlemuslingen var tidligere utbredt over det meste av Mellom- og Nord- Europa. Arten finnes også på østkysten av Nord-Amerika. Det er antatt at antall bestander er redusert med 95 % i Mellom-Europa siden begynnelsen av dette århundret, og observasjoner viser mangel på rekruttering i de fleste europeiske områdene. Både i Finland og Sverige var elveperlemuslingen kjent fra flere hundre elver på begynnelsen av 1900-tallet. Antall elver med muslinger er nå kraftig redusert, og elveperlemuslingen finnes i langt mindre enn halvparten av det opprinnelige utbredelsesområdet. Man regner med at forplantningen har opphørt i ca. 75 % av elveperlemuslingbestandene siden begynnelsen av 1900-tallet. I Storbritannia finnes elveperlemuslingen i dag i mindre enn halvparten av sitt tidligere utbredelsesområde, og i Irland kun i en femtedel av dette. I Norge antas det at vi totalt har mistet ca 20 % av bestandene siden 1900, men noen plasser har så mye som 95 % forsvunnet. Antallet i bestandene har mange steder blitt redusert. Et estimat for total antall i Norge er om lag 350 bestander som utgjør tilsammen 140 millioner elveperlemuslinger. Mange av disse bestandene finnes i små lokaliteter. Det er antatt at det er rekrutteringssvikt i 120 lokaliteter hvor populasjonene over tid vil bli redusert i antall og stå i fare for å dø ut om ikke tiltak settes i verk (Larsen 2005).

Elveperlemuslingen har en fascinerende livssyklus, hvor deler av syklusen er parasittisk. Etter at eggene er befruktet om våren, lever og utvikler glochidiene seg på morens gjeller. Utpå høsten slippes glochidien ut i vannmassene, hvor de har et obligatorisk stadium som parasitt på gjellene til laks eller ørret. Etter å ha gjennomlevd vinteren og utviklet seg fra glochidie til en ung musling i en cyste på vertsfiskens gjelle, slipper muslingen seg ned i sedimentet og vokser videre til kjønnsmodent individ i løpet av 10 - 15 år.

De fleste voksne elveperlemuslingene oppnår en alder mellom 90 - 150 år, noen kan bli over 200 år. Elveperlemuslingen har tre viktige kritiske punkter i livet; den første er i tiden når eggene befruktes, den andre er når glochidien slipper fra moren til den har etablert seg på gjellen til verten, og det tredje er i tiden fra den slipper seg ut av cysten til den blir kjønnsmoden. Selv om elveperlemuslingene har en stor og kraftig fot, forflytter de seg i relativt liten grad etter at de har etablert seg. De holder seg gjerne på samme habitatet i lang tid men kan grave seg raskt ned i mykt substrat. Spredning innen vassdrag og mellom vassdrag skjer derfor mens muslinglarvene er festet til vertsfisken. Mye tyder også på at muslinglarvene er sterkt tilpasset lokale stammer av vertsfisk.

På grunn av sine verdifulle perler har elveperlemuslingen hatt en viktig økonomisk og kulturell status, spesielt tilbake på 1700, 1800 og 1900 tallet. I mange land utgjorde perlefangsten den største reduksjonen i bestandene. Det er i gjennomsnitt bare en fin perle blant 10.000 muslinger, så det gikk med store antall dersom man måtte åpne og drepe alle disse individene for å sjekke om de inneholdt perle (Larsen 1997). Årsaken til tilbakegangen skyldtes det tidligere hensynsløse perlefiske, men i dag ligger årsaken til tilbakegangen i forringelse og ødeleggelse av leveområdene. Eutrofiering, erosjon fra land- og skogbruksområder, forsuring, utryddelse av laks og ørret, vassdragsregulering, kanalisering, hugging av skog langs elvekantene, bekkelukking, drenering av myrer og annen utmark, snauhogst og giftutslipp. Også langtransportert luftforurensning kan være en viktig faktor i dette bildet. Summen av dette har gjort at elveperlemuslingen er ført opp på listen over truede dyrearter i Norge. Bestandsstatus for arten er bekymringsverdig i hele dens leveområde, og elveperlemuslingen står derfor på lista over trua dyrearter (IUCN 1996), og er betegnet som sterkt truet i de fleste land

i Europa. Elveperlemusling er også ført opp på Bernkonvensjonens liste III, og den er i tillegg listet opp i vedleggene i EUs habitatdirektiv. I de fleste land er arten totalfredet. Det er utarbeidet handlingsplan for arten i flere land, bla annet i Norge (Direktoratet for Naturforvaltning 2006). I forbindelse med en plan for overvåking av biologisk mangfold i Norge utarbeidet NINA et forslag til overvåkingsmetodikk for elveperlemusling og et utvalg av vassdrag som skulle inngå i et nasjonalt overvåkingsprogram. Programmet startet i 2000, og basisundersøkelsene ble avsluttet i løpet av 2006 (Larsen 2007, Larsen *et al.* 2007).

Elveperlemusling har også en positiv påvirkning på vannkvaliteten. Når muslingen filtrer vannet etter sin ernæring renses den vannet for partikler. I gjennomsnitt filtrerer en musling 50 liter vann pr døgn (Ziuganov *et al.* 1994). I mindre elver med store bestander kan derfor en stor andel (30 - 90 %) av vannvolumet bli renses av muslingene. Dette påvirker miljøet ved at det blir mindre tilgang på organisk materiale i vannmassene. Det sedimenterte materialet inngår i bakteriell omsetning som gir en rikere invertebratfauna i sedimentene. Denne invertebratfaunen er blant annet viktig for de unge elveperlemuslingene som lever i sedimentene. Renseeffekten av muslingene påvirker også vannkvaliteten ved at det brukes mindre oksygen til nedbrytning i vannmassene og på overflaten av bunnen og mengden av fosfat og nitrogen i vannet blir mindre. Dette har innvirkning på livsforholdene til både unge og store laks og ørret. Ziuganov *et al.* 1994 mener at elveperlemuslingbestandene har så stor effekt på vannkvaliteten at den direkte muliggjør store laksebestander. Det er også påvist sammenheng mellom vertsfisk og glochidene hvor immunitetsforsvaret blir styrket etter at fisken

har vært vert for muslingen (Ziuganov 2005). Undersøkelser av laks med hensyn på *Gyrodactylus salaris* i forhold til elveperlemuslingglochidier, viser at det er negativ sammenheng mellom disse (prof. E. Ieshko, RAS, 2007, pers med). Det er derfor flere som ser på samspillet mellom elveperlemusling og laks og ørret som en form for symbiose.

Referanser

- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elveperlemusling, *Margaritifera margaritifera*. Rapport 2006-3. 26. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. 2008. Årsrapport 2008. www.fylkesmannen.no/Årsrapport07_WfVXt.pdf.file
- IUCN. 1996. 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Grand, Switzerland, 378 pp.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. 51 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. (red.) 2007. Overvåking av elveperlemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. - NINA Rapport 309. 53 s.
- Larsen B.M., P.E. Aspholm, H.M. Berger, K. Hårsaker, LR. Karlsen, J. Magerøy, K. Sandaas & J.H. Simonsen. 2007. Monitoring the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Norway. Poster. 3rd workshop on pearl mussels in Upper Franconia and Europe - Universitat Bayreuth, 9 - 11th. December 2007.
- National Technical Coordination Group (Ireland). 2005. WFD Fresh Water Pearl Mussel (*Margaritifera*) Risk Assessment Methodology: guidance on the methodology to be applied in Ireland´s river basin districts. 6 pp.
- Ziuganov, V. 2005. A Paradox of Parasite Prolonging the Life of Its Host. Pearl Mussel Can Disable the Accelerated Senescence Program in Salmon. Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences 32(4):360-365.
- Ziuganov, V., A., Zotin, L. Nezhlin & V. Tretiakov. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. VNIRO Publishing House, Moscow. 104 pp.

Ti års erfaring med kunnskapsbasert og kollektiv handling for renere Vansjø

Morsa-samarbeidet viser at etablering av kunnskap og gjensidig tillit er viktige betingelser for kollektiv handling for å oppnå bedre vannkvalitet. Hovedfokus i vassdrag som nå skal i gang med tiltaksarbeid må være på avløpstiltak i spredt bebyggelse, samt kraftig redusert fosforgjødsling og jordarbeiding. Vansjøs sårbarhet tilsier ytterligere tiltak innen jordbruket.

Helga Gunnarsdóttir
Vannområdeutvalget Morsa
hgu@fmos.no

Morsa-modellen

Den 1. februar 2009 er det 10 år siden det formelt ble igangsatt et samarbeid i Vansjø-Hobølvassdraget (Morsa). Samarbeidet har etter hvert blitt utpekt som et pilotvannområde for praktisk gjennomføring av EUs rammedirektiv for vann. Bakgrunnen for samarbeidet var at vassdraget, særlig innsjøen Vansjø, var sterkt overbelastet av næringsalter. Den vestre delen av innsjøen var også rammet av kraftige og til dels giftige algeoppblomstringer.

Det var de fire Vansjøkommunene som tok initiativet til et samarbeid med de øvrige fire oppstrømskommunene, fylkesmennene, fylkeskommunene og bondelagene i Akershus og Østfold. Etter hvert ble også NVE og Mattilsynet, samt representanter for øvrige brukerinteresser inkludert. Samarbeidet er organisert med et styre (vannområdeutvalg) hvor ordførerne og representanter for regionale myndigheter sitter og hvor brukerinteressene har observatørstatus. Det faglige arbeidet foregår i temagrupper som i all hovedsak arbeider med avløps- og landbrukstiltak knyttet til bedret vannkvalitet.

Brukerinteresser og -konflikter

Det er store brukerinteresser i vassdraget som i dag brukes til drikkevann for 60 000 mennesker, friluftaktiviteter og jordvanning, samt til resipient for avløpsvann og avrenning fra jordbruket, til vannforsyning for industri og til kraftproduksjon. Vansjø er et svært viktig natur- og friluftsområde av regional og nasjonal betydning. Bruken av vassdraget har de siste tiårene skapt store konflikter mellom brukerinteressene og det er tidligere gjort forsøk på samarbeid.

I starten av Morsa-samarbeidet var det en tydelig

mangel på tillit mellom de som forurensere og de som lider under forurensingen og dessuten mangel på kunnskap om utfordringene og fordeling av ansvaret. Det var også tegn til splittelse mellom miljø- og landbruksmyndigheter, oppstrøms- og nedstrømskommuner, og mellom bøndene og allmennheten og representanter for offentlige myndigheter. Situasjonen syntes også preget av at de som hadde lederansvar på flere nivå var "handlingslammet" i den forstand at det ikke var enighet om hva en skulle gjøre, hvordan og i hvilken rekkefølge.

Kunnskap og ansvarliggjøring

En moderne og vellykket forvaltning er fleksibel og basert på kunnskap, kontinuerlig læring og overvåking. Fra starten av forsøkte vi å arbeide etter disse prinsippene og følgende løp fra "tiltaksanalyse til handling" ble lagt. Kunnskapsbasert forvaltning ble ansett for å være avgjørende for å få "allmenn" aksept og enighet om krevende og kostbare tiltak. Et viktig grep var en partsnøytral tiltaksanalyse (Solheim *et al.* 2001) som NIVA og Jordforsk utførte. Den synliggjorde tilstand, mål, tiltak og kostnader og var det vitenskapelige grunnlaget for handling. Helheten i arbeidet ble satt sammen i "Handlingsplan for Morsa - sammenstilling av kommunenes og jordbruket planer" som ble enstemmig vedtatt i 8 kommunestyre i 2003.

Innenfor samfunnsvitenskapen blir det fra flere hevdet at felles kunnskapsgrunnlag er meget viktig for å kunne mobilisere og handle. Stokke (2006) tillegger Tiltaksanalysen for Morsa stor vekt som et bidrag til et felles kunnskapsgrunnlag og felles virkelighetsforståelse relatert til forurensningssituasjonen, årsaker og hvilke tiltak som måtte gjennomføres. Han påpeker også at det å etablere felles arenaer for å drøfte

strategier og tiltak ansikt til ansikt over tid synes å være en viktig betingelse for å utvikle tillit på tvers av ulike interessegrupper i nettverket som igjen er en viktig betingelse for kollektiv handling. Sveli (2007) framhever etablering av sosial kapital og bruken av positiv psykologi som viktige byggesteiner i endringen av forvaltningen av vassdraget.

Status og erfaring fra tiltaksarbeidet

Ved utgangen av 2008 er det gjennomført avløpstiltak for nærmere 300 millioner og de fleste kommunene nærmer seg fullføring av tiltak i spredt bebyggelse. Innen jordbruket er det også gjennomført omfattende tiltak innen redusert jordarbeidning, buffersoner og fangdammer med mer. Totalt er det fjernet ca 6 tonn fosfor av de 9,5 tonnene som var tiltaksålet. Effekten av tiltakene måles i vassdraget som blant annet redusert fosfor- og partikkeltransport og bedre forhold for bunndyr. Situasjonen i flere av innsjøene er imidlertid fortsatt meget alvorlig.

Erfaring fra arbeidet i Morsa-vassdraget kan tyde på at hvis en rydder opp i spredte avløpsanlegg samt foretar kraftig reduksjon i fosforgjødsling og jordarbeidning vil det langt på vei oppfylle målene i Vanndirektivet i de fleste elver og vassdrag. I nedbørfeltet til noen sårbare innsjøer, hvor Vansjø står i en særstilling, vil en trenge ytterligere omfattende tiltak i jordbruket og tiltak som hindrer erosjon i elveløpet. Klimaendringer er en særlig utfordring.

Samfunnsmessig erfaringsoverføring

Basert på blant andre Stokke (2006) og Sveli (2007) kan følgende erfaringer oppsummeres: Morsa-samar-

beidet har bidratt til mer helhetlig forvaltning og økt samarbeid på tvers av sektorer, kommune- og fylkesgrenser. Organisering av et styre med ordførerne og regionale ledere har bidratt til lokalpolitisk forankring og erkjennelse av at kommunene sitter med nøkkelen til bedre forvaltning av vassdraget. Temagruppene med sektoransvar har vært viktige for forankring og gjennomføring av tiltaksarbeidet innen avløp og jordbruk. Samarbeidet har ført til bedre samordning av juridiske og økonomiske virkemidler noe som bidrar til gjensidig tillit i og med at de fleste handler i tråd med felles mål. Samarbeidet har bidratt til folkeopplysning; økt forståelse for og spredning av fagkunnskap og erfaringer. Erfaringene har overføringsverdi til andre deler av landet og Europa når det gjelder implementering av Vanndirektivet.

Du kan lese mer om vårt arbeid og erfaringer på www.morsa.org og www.avlop.no

Referanser

- Solheim, A.L., N. Vagstad, P. Kraft, Ø. Løvstad, S. Skoglund, S. Turtumøygard & J.R. Selvik. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobølvassdraget). NIVA-Rapport LNR 4377-2001. 104 s.
- Stokke, K.B. 2006. The Morsa River Basin, Norway: collective action for improving water quality In: Rydin, Y. & E. Falleth (eds.). *Networks and Institutions in Natural Resource Management*. Edward Elgar, Cheltenham, UK. pp. 123-138.
- Sveli, J.H. 2007. En analyse av sosial kapital som kilde til verdiskapning i vannområdet Morsa. Mastergradsoppgave i bedriftsøkonomi. Høgskolen i Bodø. 99 s.

The search for effective water management: examples from four large river basins in Europe and SE Asia

The summary of the main findings from the ongoing EU-project STRIVER (2006-2009) will be presented based on experiences from the four case basins: Glomma (Norway), Tagus (Spain and Portugal), Tungabhadra (India) and Sesan (Vietnam and Cambodia) focusing on integrated water resources management.

Per Stålnacke and Udaya Sekhar Nagothu
Bioforsk Soil and Environment
per.staalnacke@bioforsk.no

The STRIVER project in short

STRIVER stands for 'Strategy and methodology for improved IWRM - An integrated interdisciplinary assessment in four twinning river basins' and is funded by the European Commission under FP6. The point of departure for STRIVER is the lack of clear methodologies in operationalisation of integrated water resources management (IWRM) as pointed out by both the scientific and management communities. STRIVER aims at (i) improving the current methodology for the assessment of key components within the framework of IWRM with focus on transboundary river basins, (ii) enhancing the dialogue between decision-makers, stakeholders and scientists, and (iii) providing guidelines for appropriate river basin management in the case basins and beyond in SE Asia.

The methodology and 'problems'

Based on the development of a multidisciplinary knowledge base in all the case basins, and an IWRM conceptual framework, the project carried out an IWRM assessment in the four case basins. The specific problems covered were (i) water regimes in transboundary regulated rivers, (ii) environmental flows, (iii) land and water use interaction, and (iv) water pollution.

The target beneficiaries of the project results are the water managers, basin authorities, policy makers, and water users in the case basins. The stakeholder-interaction, communication and dissemination parts have been rather strong in STRIVER thus increasing the likelihood of producing tailor made recommendations. We have organised a series of stakeholder meetings in each of the four basins and in addition also

met these groups, in 'soft' and informal surroundings. The partners have invested substantial efforts to understand the various 'paradigms' and view-points raised by the local communities, managers and to some extent also at the policy level.

The STRIVER Brief Series

A series of Policy and Technical Briefs were produced in order to communicate the policy messages in an easy and understandable way. Below the major findings from the eleven Policy Briefs published so far: PB2: Water management regimes in transboundary rivers are dependent on efficient legal systems and communication and cooperation between a combination of formal institutions such as governmental organizations and managers, as well as on actor networks of NGO's and other stakeholders.

PB6: Communication in IWRM in transboundary rivers takes place in the context of many different networks. These are both official and unofficial. How information is treated depends on the mind-frames and ideas of the people involved, and scientific information can be accepted or ignored according to these pre-conceived ideas.

PB8: Little work has been done to develop methodologies for the assessment of governance within the context of IWRM. Even delineating the relationship between governance and IWRM has proved problematic. STRIVER has therefore adopted an indicator-based approach to assessing both the existing governance framework for transboundary river basins and its implementation.

PB5: New water demands results in conflicts across and within sectors, including agriculture, urban and drinking water. A comprehensive analysis of competing water uses in Tungabhadra sub-basin indicates a strong need for integrated water resources management.

PB1: Fisheries, though an important source of livelihood in Tungabhadra does not find a place in the water policy or management decisions. It was shown that water management if integrated with other sector needs such as fisheries, can benefit a number of poorer groups and at the same time increase water use efficiency.

PB4: The study of tanks carried out in the upper portion of the Tungabhadra catchment shows that tanks are complex, multifunctional entities that provide livelihood support in a number of ways to the villages they serve. Their rehabilitation needs to be informed by an IWRM perspective that takes care of their multifunctionality as well as their relationship with larger sources.

PB3: A water valuation and pricing study in Tungabhadra with a choice experiment show that farmers would continue to act in their own self-interest if volumetric pricing were introduced as a consequence of improvements in irrigation infrastructure. The difference is that this self-interest would be more water conserving.

PB9: Environmental flow is one of the most important mitigation measures that can be taken to reduce the negative impacts from hydropower regulation in

river. A method which implies the use of pressure-impact curves and multi criteria analysis was developed (PIMCEFA). The method is being tested in both Glomma and Sesan River in the project.

PB10, PB7, PB11: River basin models are fundamental quantitative tools that can be used to evaluate impacts of alternative IWRM scenarios in general and water pollution and subsequent management strategies and policies in particular. Stakeholder involvement in all the phases of the process such as scenarios building and modeling outcome discussions was found to play a key role. We also recognize that modeling pollution is far from an easy task due to scarce model input data and difficulties to include social processes into the model exercise. Applications for Glomma and Tungabhadra is given. A key message is that knowledge about the local conditions is an important asset to ensure reliable results.

The Technical Briefs contain some more details about: Land use change and water resources in the Tagus and Tungabhadra basins (TB1); Actor network theory with application in Sesan and Tungabhadra (TB2); An alternative approaches to valuing irrigation water in Tungabhadra (TB3); Using choice experiments to value irrigation water in Tungabhadra (TB4); Long-term palaeo flood records for flood risk management in Tagus (TB5); Pressure-Impact Multi-Criteria Environmental Flow Analysis in the Glomma and Sesan River (TB6 and TB7).

References

All the Briefs cited can be downloaded from http://www.striver.no/diss_res.php

Climate Change and persistent Droughts: Impact, vulnerability and adaptation in rice growing sub-divisions in India

The interdisciplinary study aims to contribute towards an increased knowledge base and dialogue between the stakeholders themselves and between researchers and stakeholders for addressing the impacts of climate change on rice farming in the Cauvery River Basin located in the peninsular part of India.

Udaya Sekhar Nagothu
Bioforsk Soil and Environment
usn@bioforsk.no

Introduction

To sustain rice production, the dominant crop in the Cauvery Basin is very important for a large number of farmers dependent on agriculture for their livelihoods. The study is in line with the National Mission for Sustainable Agriculture 2008 formulated by the Government of India, which aims to support climate adaptation in agriculture through the development of climate-resilient crops, weather insurance mechanisms, agricultural practices, training and capacity building. The study acknowledges the argument that successful adaptation is not possible without active stakeholder participation in planning these adaptation strategies. A number of workshops, focus group meetings and interviews with key informants are being held to promote stakeholder participation.

Stakeholders' perceptions about climate change

The stakeholders in the Basin perceived climate variability as a serious problem. Many quoted erratic rainfall as the outcome of climate change seriously impacting agriculture. The Basin experienced unseasonal rainfall in 2007 (December - Kartigai season) and 2008 (November (Ippasi)-December) received up to 650 mm rainfall in a span of few days, that is equivalent to one season precipitation. A few farmers linked climate change to delayed monsoons. This view was also supported by the managers from the Department of Agriculture in the region.

Climate Change impacts on farming

- Overall, farmers expressed that delays in monsoons, erratic and unseasonal rainfall due

to climate change results in poor crop establishment and losses in yield ranging from 50% - 100%. In particular farmers were concerned about serious losses to beans and other crops, due to heavy rainfall and water stagnation from December to March months.

- The farmers correlated climate change with changing pest ecology and felt that earlier noted minor pests (sucking insects) nowadays could be regarded as major pests causing huge losses to yields and farmers incomes. Grasshoppers and cut worms were seen by farmers as becoming a menace and more pronounced due to climate change. This meant heavy use of pesticides to control the damage.
- The farmers in the delta region of the Basin were more concerned about degradation of agricultural lands due to salinity due to seepage.

Adaptation measures suggested by farmers

- The Integrated Farming System (IFS) is becoming popular among farming community and many experiences in IFS related with climate change. All the members unanimously supported IFS and usage of eco-friendly inputs in agriculture. The importance of bio-fertilizers such as Blue green algae, Azospirillum and Phosphobacterium was regarded as positive by the farmers and using such natural fertilizers were supposed to minimize the over dependence on chemicals and fertilizers.
- Many farmers and officials from the Depart-

ment of Agriculture insisted on the usage of manures to increase the soil structure that would ultimately improve the water holding capacity.

- An interesting suggestion included setting up of community nurseries in rice cultivation in order to minimize the water use and other input requirement besides ensuring uniform planting in the region. According to them it helps in better crop management, harvest and post harvest operations.
- The new System of Rice Intensification (SRI), commonly known as Semmai Nel in Tamil is very popular in the Cauvery Basin and hence majority of the farmers and officials from State Department of Agriculture strongly recommended the SRI. According to them the water requirement in SRI was 30% less than the traditional rice system, and yields were 25 - 30 % more than traditional rice systems. SRI is now being taken up by many farmers in the Basin.
- A few stakeholders suggested alternative cropping strategy including Maize, Sesame and Sunflower crops that require less water.
- Another suggestion from the group was early planting (by 15 days) to increase the likelihood to escape from the unseasonal rainfall and flooding during maturity phase that cause serious losses.

- The stakeholders felt a strong need to improve water use efficiency and water conservation, by constructing more water storage tanks, farm ponds and check dams in the Basin for effective harvesting of rain water.
- The importance of micro-irrigation was highlighted by many stakeholders and the farmers explained their success stories from their experience on the usage of drip irrigation.
- Farmers in general supported physical restoration of existing irrigation channels to minimize water losses and erosion. The stakeholders agreed that it requires interventions by the Government and local authorities and co-operation of Water User Associations.

Concluding remarks

Stakeholders expressed a strong need for integrated management and co-operation at the regional and local level between managers, scientists and farmers. They felt that training and awareness about climate change, and sharing of knowledge and information should be prioritized in the future. One important suggestion was close co-operation between researchers and farmers. Improving adaptive capacity of farmers was seen as an important factor for addressing climate change impacts.

Tiltaksveileder for jordbrukspåvirka vassdrag

Bioforsk har i samarbeid med SLF og UMB utarbeidet en Tiltaksveileder for jordbrukspåvirka vassdrag. Den er et verktøy for kommuner og fylkesmenn i arbeidet med å gjennomføre EUs Rammedirektiv for vann i Norge.

Anne-Grete B. Blankenberg, Eva Skarbøvik og Håkon Borch
Bioforsk Jord og miljø
joragb@bioforsk.no

Innledning

Tiltaksveilederen for jordbrukspåvirka vassdrag (<http://www.bioforsk.no/tiltak>) er utarbeidet for å bistå i arbeidet med å gjennomføre EUs Rammedirektiv for vann (RDV) i Norge. Målgruppen omfatter derfor først og fremst fylkesmenn og kommuner, men kan selvsagt benyttes av andre interesserte. Tiltaksveilederen er finansiert av Statens Landbruks Forvaltning (SLF), som også var initiativtager til prosjektet. Den er utarbeidet av Bioforsk, samt SLF (virkemidler) og Universitet for miljø og biovitenskap, UMB (økonomi). I forbindelse med arbeidet ble det opprettet en referansegruppe bestående av representanter fra Fylkesmenn, Landbrukskontoret, Direktoratet for naturforvaltning, Statens forurensingstilsyn og Statens landbruksforvaltning. Den offisielle nettsiden for gjennomføringen av Rammedirektivet for vann (RDV) i Norge er Vannportalen. På Vannportalen er det link til Hovedveilederen for tiltak, som gir en komplett gjennomgang av alle prosedyrer, rollefordelinger og tidsfrister for gjennomføring av tiltaksplaner.

Tiltak mot forurensing fra landbruket

Tiltaksveileder for jordbruket omfatter forslag til tiltak for å redusere erosjon, nærings- og pesticidavrenning fra landbruket. Den inneholder en beskrivelse av tiltak gjennom faktaark som er laget til hvert enkelttiltak og vil oppdateres med nye faktaark etter hvert som flere tiltak kommer til. På nettsidene til tiltaksveilederen finnes også oversikt over aktuell litteratur. Foreløpig er det laget faktaark til temaene "gjødslings-planlegging", "miljøtilpasset jordarbeiding", "hydrotekniske tiltak", "vegetasjonssoner" og "fangdammer". I tillegg er det foreløpig planlagt å utarbeide faktaark bl.a. for temaene "åpning av bekker" og "grasdekte vannveier".

Valg av tiltak

Ved gjennomføring av en tiltaksplan i et område vil

det være nødvendig å gjennomføre flere ulike tiltak. Faktorer som drift/arealbruk, topografi, jordforhold etc. er avgjørende for hvilke tiltak som er egnet for området. Tiltaksveilederen viser eksempler som kan lette arbeidet med å planlegge hvilke grupper av tiltak som kan egne seg hvor. Kornarealer, områder med grønnsak- og potetproduksjon og husdyrproduksjon er tre typiske driftsformer i Norge. Tiltaksveilederen gir eksempler på tiltak som er egnet for de ulike eksempelområdene.

Tiltaksanalyser

Tiltaksveilederen gir en oversikt over et utvalg av gjennomførte tiltaksanalyser i ulike typer vannområder. Tiltaksanalysene gir blant annet, informasjon om tilstand i vannforekomsten, forurensningskilder, overvåkingsplan, samt forslag til tiltak.

Kostnads- og effektberegninger

Et sentralt punkt, og kanskje det vanskeligste ved å utarbeide tiltaksanalyser, er å vurdere kostnader og effekter av tiltak. For å gjøre dette enklere for brukerne er det utarbeidet en tiltaksmatrise med kost-effekt-betraktninger. Matrisen er summen av dagens kunnskap om kostnader og effekter av landbruks-tiltak. Matrisen gir en kortfattet oversikt over ulike typer tiltak, deres virkemåte, hvilken informasjon som trengs for å beregne effekten av tiltaket, hvilke virkemidler som forvaltningen kan benytte seg av, kostnadseffektivitet, samt informasjon om usikkerhet. Matrisen vil bli oppdatert fortløpende ettersom ny kunnskap kommer til. Slike forenklinger er selvsagt beheftet med usikkerhet. I tillegg til matrisen gis en oversikt over kost-effekt-beregninger fra nyere rapporter. Tiltaksveilederen gir konkret informasjon om hvilke faktorer som må tas med når man beregner kostnader for ulike typer tiltak. Hvert fylke har sine tilskuddsordninger. Slike tilskuddsordninger er interessante i forhold til å vurdere bedriftsøkonomis-

ke forhold, og vil derfor gi informasjon om bondens økonomiske motivasjon for å iverksette tiltak. Det er utarbeidet et infoark av UMB som gir betraktninger fra en økonoms ståsted rundt dette med kostnadsberegninger i forbindelse med RDV. Det er de samfunnsmessige kostnadene som skal vurderes, og ikke de bedriftsøkonomiske. Samtidig kan det være en fordel og også se på de bedriftsøkonomiske - det er jo ofte disse som vil anspore jordbrukeren til å gjennomføre tiltaket.

Det er effekten i vannforekomsten som er av betydning. Det er ikke alltid nok å vurdere mengde redusert fosfor per areal, men faktorer som avstanden til vannforekomsten og resipientens størrelse og tilstand må også tas med. Tiltaksveilederen foreslår å innføre en relativ skala fra 1-3 for effekt av tiltak der man ikke kan kvantifisere effekten bedre, der 1 er liten effekt, 2 er middels effekt og 3 er stor effekt. Ved bruk av en slik semikvantitativ fastsettelse av effekt må det tas hensyn til omfanget av tiltaket. Det betyr at et tiltak som er svært effektivt, men som har begrenset omfang, f.eks. et landbrukstiltak som kun kan gjennomføres på noen få dekar, ikke kan få full uttelling (3) for effekt.

Virkemidler

Tiltaksveilederen gir en oversikt over de viktigste virkemidlene for å redusere miljøbelastning fra landbruksdrift. Det er lagt vekt på virkemidler som har betydning for vannkvalitet. Virkemidlene er delt

inn i juridiske, økonomiske og andre virkemidler. Juridiske virkemidler omfatter lover og forskrifter som regulerer jordbruksdrift ut fra miljøhensyn. Juridiske virkemidler gjelder for alle foretak innenfor lovens eller forskriftens virkeområde. Økonomiske virkemidler med miljøkrav omfatter ordninger med tilskudd til miljøtiltak hvor brukeren får økonomisk kompensasjon for en aktiv miljøinnsats. De omfatter også miljøkrav som blir knyttet til andre økonomiske ordninger, og hvor det er en forutsetning at miljøkravene etterkommes for at tilskuddet skal kunne utbetales i sin helhet. Tiltaksanalysen omfatter også andre virkemidler som har til formål å fremme mer miljøvennlig jordbruk og stimulere til tiltak som reduserer forurensning av vann fra jordbruksdrift. Dette omfatter veiledning, informasjon, overvåking, forskning og utvikling med mer. Virkemidlene er plassert hos mange aktører innen næringen, veiledningstjenesten, landbruksforvaltningen med mer på alle nivåer.

Videre planer for tiltaksanalysen

Tiltaksveilederen skal kontinuerlig oppdateres med nyeste tilgjengelig informasjon omkring tiltaksordninger for landbrukspåvirka vassdrag, det være seg nye tiltak, eksempler på nylig gjennomførte tiltaksanalyser, utvikling av metoder for å beregne kostnader og effektberegninger, samt være en oppdatert nettside med hensyn på gjeldende juridiske, økonomiske og andre hjelpemidler. I det kommende året vil det særlig legges vekt på utvidelse av kost-effekt matrisen og tiltak for å redusere pesticidavrenning fra jordbruket.



Foto: A-G B. Blankenberg

Figur 1. Erosjon og næringsavrenning er med på å forringe vannkvaliteten i resipientene. Bildene illustrerer partikkel- og næringstransport ut i vannforekomsten.

GIS avrenning - modell for erosjon og avrenning i nedbørfelt

GIS avrenning har i flere år vært et sentralt verktøy for tiltaksplanlegging i landbruket. Gjennom et nytt kartsystem - WebGIS avrenning - er modellen nå direkte tilgjengelig via internett. Landbrukskontorer og vassdragsplanleggere kan selv registrere data om landbruksdrift og produsere rapporter til bruk i planlegging og oppfølging av tiltak.

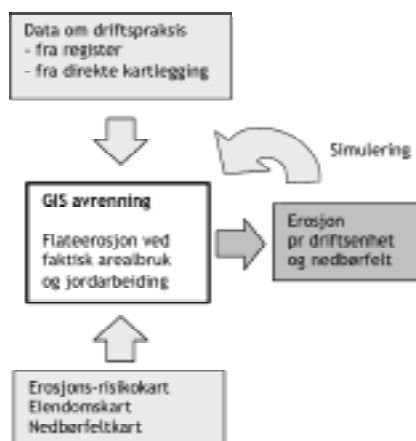
Stein Turtumøygard
Bioforsk Jord og miljø
stein.turtumoygard@bioforsk.no

Hva er GIS avrenning

Erosjon og næringsstoffavrenning fra landbruksarealer er ofte den viktigste kilden til forurensning av vassdrag i Norge. For å bedre vannkvaliteten i et vassdrag, er det viktig å identifisere arealer med stor avrenning, og målrette tiltakene slik at de gir best effekt.

Dette var bakgrunnen for erosjonsmodellen GIS avrenning, som ble utviklet i 2001 på oppdrag fra Landbruksdepartementet. Idéen var å kombinere erosjonsrisikokart med tilgjengelige data om arealbruk og jordarbeiding, og derved få et verktøy til bruk ved tiltaksplaner i nedbørfelt. Dette behovet har blitt ytterligere forsterket ved innføringen av EU's vanddirektiv.

GIS avrenning ble først prøvd ut i Morsa-prosjektet, og er senere benyttet i tiltaksplaner for en rekke vassdrag, blant annet Steinsfjorden, Tunevannet, Isesjø, Borrevannet, Mikkelsbekken, Leira, Årungen og Haldenvassdraget. Modellen har også vært brukt av til å følge opp den årlige utviklingen av tiltaksgjennomføring, blant annet i Morsa og Vestfold fylke.



Figur 1. Dataflyten i GIS avrenning.

Datagrunnlag og resultater

Digitale risikokart for jorderosjon blir utarbeidet av Skog og landskap på grunnlag av jordsmonnkart. Disse kartene viser erosjonsrisikoen dersom arealet blir høstpløyd.

For å kunne vurdere den aktuelle erosjonsrisikoen ved dagens driftspraksis, må en i tillegg ha informasjon om arealbruk og jordarbeiding. Slike data er tilgjengelig gjennom søknader om produksjonstilskudd og regionale miljøtiltak, blant annet endret jordarbeiding.

GIS avrenning benytter et geografisk informasjonssystem (GIS) til å kombinere digitale kart med registerdata, evt supplert med direkte kartlagt drift på enkeltskifter. Modellen beregner så erosjonsrisikoen ved dagens arealbruk, i tillegg til et par hovedscenarier for endret jordarbeiding.

Det er også mulig å registrere hydrotekniske tiltak og naturbaserte rensesystemer, som fangdammer og vegetasjonsoner. Modellen beregner så retensjonseffekten av disse.

Ved kobling mot digitale nedbørfeltkart kan erosjonsberegningene summeres opp pr delnedbørfelt. Resultatene presenteres som kart, diagrammer og tabeller. De kan også tas med videre inn i andre beregninger/modeller og benyttes ved beregning av P-tap i nedbørfeltet.

WebGIS avrenning - tilgjengelig på internett

Bruken av registerbaserte driftsdata har vist seg å være en effektiv metodikk, spesielt i store nedbørfelt der det ville bli for arbeidskrevende å kartlegge driften på de enkelte skifter. Men fordi registerdata har begrenset presisjon, vil registermetoden nødvendigvis inneholde en del usikkerhet. Erfaringene har

vist at stadig flere prosjekter etterspør data med høyt presisjonsnivå og nøyaktig stedfesting.

Dette er bakgrunnen for utviklingen av WebGIS avrenning, som er en internettbasert løsning for koding av faktisk drift på skiftenivå.

WebGIS avrenning kan benyttes av landbrukskontorer og andre som har tilgang til kartfestede søknadsdata. Fra søknadene kodes data om driften direkte inn i et kartvindu. I WebGIS avrenning ligger digitale kart over erosjonsrisiko, eiendommer og nedbørfelt. Man kan også inkludere digitale skiftekart dersom slike finnes, alternativt benyttes et rutenett med relativt god oppløsning. WebGIS avrenning er utviklet i 2008, og ble første gang prøvd ut ved registreringen av driftsdata for Pura-prosjektet (Bunnefjorden).

Funksjoner i WebGIS avrenning

Et skjermbilde fra WebGIS avrenning er vist i figur 2.

Ved bruk av nedtrekksmenyer velger man eiendom og driftspraksis. På knapperaden velger man funksjon, og koder deretter drift ved å klikke i kartet på aktuell eiendom/skifte. I tillegg til driftspraksis, er det også mulig å legge inn analyser av PAL-verdier.

Kodingen kan gjøres på flere måter:

- et helt skifte
- utvalgt område - tegn polygon langs grensen
- utvalgte ruter i rutenett
- ønsket areal rundt klikkpunkt



Figur 2. Skjermbilde fra WebGIS avrenning. Vi ser landbrukskoder og eiendommer med farge for driftspraksis. Drift velges i rullefeltet til venstre, og kodes ved å klikke i kartet.

Knapperaden inneholder også de vanligste funksjonene for å zoome, flytte og skrive ut.

Rapporter og resultater

WebGIS avrenning beregner flateerosjon både pr skifte, og summert opp pr eiendom og delnedbørfelt. I tillegg til dagens praksis simuleres enkelte standard-scenarier:

- hvis alt areal i de to høyeste erosjonsklassene legges i stubb
- hvis alt areal i de tre høyeste erosjonsklassene legges i stubb
- hvis det anlegges buffersoner med angitt bredde langs alle vassdrag

Også tidligere års registreringer er tilgjengelige, og kan brukes til å produsere regnskap som viser erosjonsutviklingen fra år til år.

Samspill med andre modeller

Grunndata og erosjonsberegninger fra WebGIS avrenning kan benyttes videre i andre modeller/beregninger. Dette er særlig aktuelt i forbindelse med utvidede scenarier og beregning av P-tilførsler, der Bioforsk for tiden arbeider med å utvikle fosfor-modellen AgriCat. Denne er beskrevet i neste kapittel. P-beregningene i AgriCat utføres av Bioforsk, og gjøres deretter tilgjengelige som kart og rapporter via WebGIS avrenning.

AgriCat-P - En ny modell for fosforavrenning i landbruket

AgriCat-P er en nyutviklet modell for beregning av fosfortap fra jordbruk. Modellen er særlig egnet til å teste forventet effekt av endret landbruksdrift og gjennomføring av tiltak. AgriCat-P er brukt i forbindelse med EUs vanndirektiv i vannområdene Morsa, Lysakerelva, Haldenvassdraget, og Bunnefjorden, samt i Halden og Fredrikstad kommune.

Håkon Borch
Bioforsk Jord og miljø
hakon.borch@bioforsk.no

EUs Vannrammedirektiv har gitt en helt ny forvaltning av norske vassdrag. Kravene til vannkvaliteten er nå knyttet til biologiske kriterier og vannkvalitetsmålene er forpliktende for Norge med en tidsplan som er relativt krevende for mange samfunnssektorer. Gjennomføringen vil gi et helt nytt trykk mot landbruksnæringen på å få gjennomført tilstrekkelig tiltak for å nå "god økologisk vannkvalitetsstatus" innen 2015.

Å redusere avrenning av fosfor fra jordbruksarealer er teknisk sett relativt enkelt å få til med driftsomslegging og ulike punkttiltak. I praksis viser det seg allikevel at dette er en stor utfordring da det er store begrensinger med tanke på virkemidler for å få gjennomført endringer. I de tiltaksplaner som er utarbeidet fremstår oftest jordbrukstiltak som de mest betydningsfulle og mest kostnadseffektive måter å oppnå bedre vannkvalitet på. Utformingen av regional miljøprogram (RMP) blir derfor viktig med tanke på å oppnå mest mulig reduksjon av fosfortap, med de minste økonomisk og driftsmessige konsekvensene for landbruksnæringen.

Bioforsk Jord- og miljø har merket økt etterspørsel etter mer detaljerte svar på effekten av ulike tiltak i jordbruket enn det som kunne besvares med modellen GIS avrenning. GIS avrenning fungerer godt for større nedbørfelt (>10 km²), men har på grunn av metoden som er valgt, begrensede muligheter for å beregne terrengspesifikke effekter av tiltak.

Det ble derfor satt i gang et arbeid for å utvikle en ny modell som hadde større fleksibilitet med tanke på å beregne effekter av ulike RMP strategier. Samtidig har en innarbeidet en rekke forbedringer på forholdet mellom jordtap og fosfortap, mellom grøftetap og

overflatavrenning og effekter av redusert P-AL tall i jord. Modellen har fått navnet AgriCat-P (Agricultural Catchment Phosphorus modell). Modellen AGRICAT utvikles i et databaseverktøy med et åpent grensesnitt for at beregninger skal være transparente og kan kontrolleres/testes av alle som bruker verktøyet. AgriCat-P er primært tenkt å brukes i konsulentoppdrag i forbindelse med gjennomføringen av EUs vannrammedirektiv, men vil også kunne være interessant å trekke inn i forskningsprosjekter.

Datagrunnlag og beregningsmetoder

Jordsmonniskart for et nedbørfelt blir supplert med informasjon om fangdammer, vegetasjonssoner, flomsøner og buffersoner mot vassdrag og evt. koding av den faktiske landbruksdriften. Dette kan for eksempel legges inn i et internettgrensesnitt av landbrukskontoret i applikasjonen "WEBGIS avrenning". Hvis man ikke har kartfestet den faktiske driften kan AgriCat-P bruke data fra landbruksregisteret og fordele dette ut over nedbørfeltet etter en antatt sannsynlig driftsfordeling. Her er det gjort antakelser om at bonden optimaliserer driften med tanke på erosjonsrisiko. AgriCat-P antar at hvis det er grasproduksjon på driftsenheten så ligger disse arealene på de mest erosjonsutsatte partier på gården.

AgriCat-P bruker tre parametre fra jordsmonniskartet - erosjonsrisiko, tekstur og angivelse om arealet er bakkplanert. Modellen henter videre data om fosforstatus i jorda (P-AL) fra Jord databanken.

AgriCat-P beregner jordtap som;
((erosjonsrisiko i et normalår * driftsfaktor * areal * andel overflatetap * bakkeplanerfaktor * lokalklimatisk faktor) - vegetasjonssoneretensjon - fangdamretensjon - terrengretensjon) + ((erosjonsrisiko i et

normalår * driftsfaktor * areal * andel grøftetap * bakkeplanertfaktor * lokalklimatisk faktor) - fangdam-retensjon) - naturlig bakgrunnsavrenning.

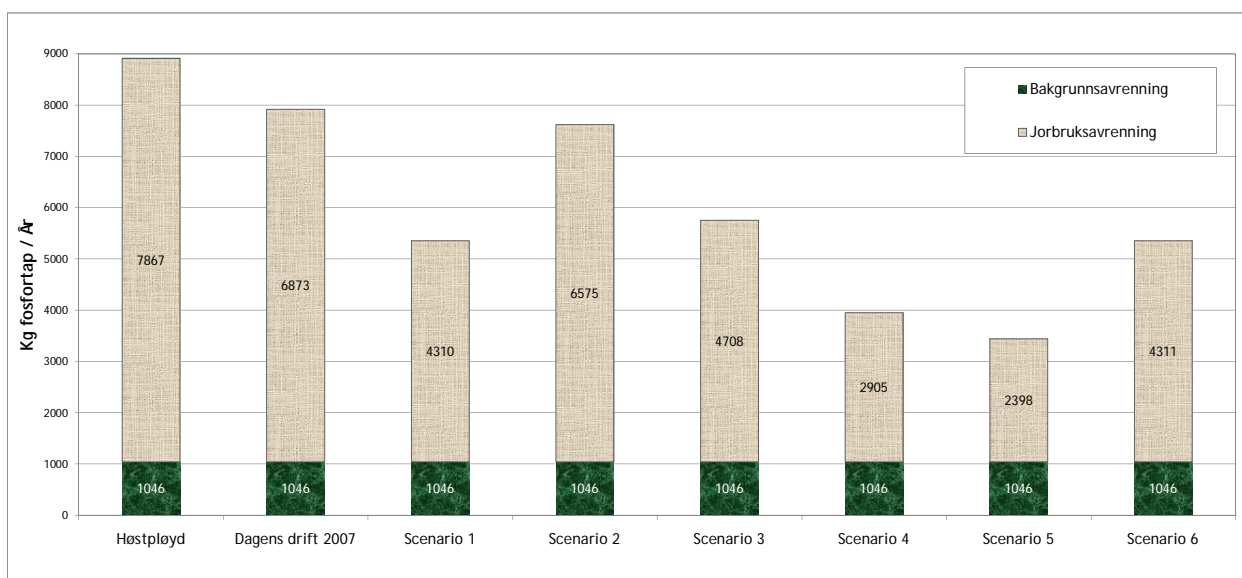
Jortapet blir så omregnet til fosfortap ved hjelp av en anrikningsformel og fem ulike regresjonsligninger som vi har utviklet for sammenhengen mellom jordtap og Tot-P. Ligningene dekker 5 jordtyper: Siltig sand, sandig silt, lettleire med moreneopphav, marin lettleire og mellomleire. For organisk jord er avrenningsundersøkelser fra myrjord på Smøla benyttet.

Beregningene kjøres for dagens drift og for ulike scenarier og oppsummeres for delnedbørfelt eller samlet. Eksempler på scenarier som har vært kjørt i tiltaksplaner er:

- 20 % av enhetens arealer fristilles for valgfri drift, men det settes begrensning på at pløying kan kun gjøres på erosjonsrisikoklasse 1 og 2. Resten av kornarealet legges i stubb.
- Ved gjennomføring av pløyeforbud, hvor mye areal kan høstharves og allikevel oppnå samme effekt som alternativ x.
- Hva skjer hvis høstkornandelen øker til 50 % av all kornproduksjon med 15 % av arealet høstharves og 85 % høstpløyd før høstkornsåing og alt kornareal som er nærmere enn 50 m fra bekke-/elvekant eller flomutsatt + alt areal i erosjonsklasse 3 og 4 legges i stubb.

Alle scenarier kan kombineres med effekten av reduksjon av P-AL nivået. Haldenvassdraget ble kjørt med ulike scenarier for de delene av vassdraget som lå henholdsvis i Akershus og Østfold. I figur 1 er det satt opp resultater av scenarier kjørt for Fredrikstad kommune.

AgriCat-P blir nå kalibrert mot JOVA-feltet Skuterud, og vil så kjøres på flere JOVA-felt for å få et bedre grunnlag for å lokaltilpasse modellen med klimaparametre. AgriCat-P kan da bli interessant for prediksjoner av effekter av endrede driftsformer som er tilpasset et endret klima. Vi arbeider også med å forbedre beregningen av fordelingen mellom grøfte/overflate avrenning, anrikning av P gjennom erosjonsprosessene og terrengretensjon. Vi vil også legge inn mulighet for en digital rapportering gjennom WEBGIS avrenning.



Figur 1. Eksempel på kjøring av ulike scenarier for Fredrikstad kommune. Fosfortap i kg –hvis alt høstpløyes, ved dagens drift og Scenario 1 = "Alt høstpløyd legges til stubb", Scenario 2 = "Stubb eller tilsvarende på alle arealer i erosjonsrisikoklasse 3 og 4", Scenario 3 = "Stubb eller tilsvarende på alle arealer i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4", Scenario 4 = "20 % av kornarealene pløyes, men ikke erosjonsrisikoklasse 3 og 4", Scenario 5 = "Som S4 + arealer med P-AL over 7 redusert til 7", Scenario 6 = "Høstkornarealer drives med direktesåmaskin".

Tiltaksanalyse for Morsa - oppnår vi målene?

”Tiltaksanalyse for Morsa” viste at gjennomførte tiltak i jordbrukssektoren i perioden 2001- 2006 reduserte beregnede fosfortilførsler med ca 43 %. Dersom målene om god vannkvalitet skal oppnås må gjennomføringsgraden av tiltak (jordarbeiding, gjødsling) økes og i tillegg er det behov for nye typer tiltak i nedbørfeltet.

Anne-Grete Buseth Blankenberg¹, Stein Turtumøygard¹, Annelene Pengerud¹, Håkon Borch¹, Eva Skarbøvik¹, Lillian Øygarden¹, Marianne Bechmann¹, Nils. H. Vagstad¹ og Nina Syversen²

¹Bioforsk, ²Asplan Viak

lillian.oygarden@bioforsk.no

Innledning

Vansjø er drikkevannskilde for Moss by og 60.000 mennesker. Vansjø - Hobøl vassdraget- Morsa - er 690 km² stort med en blanding av skog og utmark, jordbruk, spredt bebyggelse, tettsteder med kommunal kloakk. Vannkvaliteten i vassdraget er dårlig til meget dårlig med flere episoder med algeoppblomstringer og eutrofiering i innsjøen. I 2001 ble den første tiltaksanalysen for Morsa utarbeidet (Lyche Solheim *et al.* 2001). Erosjon ble antatt å være den viktigste kilden til fosfortilførsler fra jordbruket til vassdraget og endret jordarbeiding det viktigste tiltaket. I perioden 2000 - 2006 er det gjennomført en rekke tiltak i jordbruket i Morsa. Det er delvis tiltak som er støttet gjennom regionale miljøprogram, men også gjennom spesielle forskrifter for Morsa. I 2007/2008 ble det gjennomført en ny tiltaksanalyse der effektene av tiltakene endret jordarbeiding, vegetasjonssoner og fangdammer ble beregnet. Analysen ble utført på oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa og noen resultater gjengis her.

Resultater

Det er gjennomført mange tiltak for å redusere fosfortilførselen fra spredt- og kommunalt avløp, samt fra jordbruket i nedbørfeltet til Morsa i perioden 2000-2006. Beregnede fosfortilførsler fra spredt avløp er redusert med 57 %, beregnede fosfortilførsler fra kommunale renseanlegg er halvert, mens beregnede fosfortilførsler fra jordbruket er redusert med 43 % (Blankenberg *et al.* 2008).

Tabell 1 viser endringene i fosfortilførsler for de ulike delnedbørfeltene i Morsa som følge av endret jordarbeiding. I Morsa har det vært egne tilskuddsatser for endret jordarbeiding. I tillegg har det vært en egen forskrift der det som vilkår for å motta produksjonstillegg ikke har vært lov å jordarbeide om høsten i erosjonsrisikoklasse 3 og 4. Det har vært unntak for lett høstharving til høstkorn. Det er positivt at også arealer med mindre erosjonsrisiko har endret jordarbeiding i denne perioden. I Morsas nedbørfelt er det en stor andel areal i de lavere erosjonsrisikoklassene.

Tabell 1. P-tap Morsa 2000 og 2006 (kg/år), samt beregnede effekter for redusert P-tap fra 2000-2006 for endret jordarbeiding oppgitt i kg.

Resipientnavn	P-tap 2000	P-tap 2006 etter endret jordarbeiding	Redusert P-tap fra 2000 til 2006 (kg)
Langen	119	92	27
Mjær	479	503	-24
Hobølelva - øvre	4085	2468	1617
Kråkstadelva	3104	1912	1192
Hobølelva - nedre	1280	923	357
Mørkelva, Veidalselva	781	590	191
Sæbyvannet, Svinna	1281	952	329
Storefjorden	460	427	33
Vanemfjorden	650	623	27
Mosseelva	28	30	-2
Totaltap i tonn	12,2	8,5	3,7

Tabell 2. Beregnet P-retensjon (kg/år) i fangdammer og vegetasjonssoner i Morsa 2006.

Resipientnavn	Vegetasjonssoner	Fangdammer	Sum P-retensjon
Langen	0,1		0,1
Mjær	9,3	3,0	12,3
Hobøelva - øvre	87,9	137,1	225,0
Kråkstadelva	61,5	395,2	456,7
Hobøelva - nedre	37,6	107,4	145,0
Mørkelva, Veidalselva	34,7	27,2	61,9
Sæbyvannet, Svinna	32,7	58,7	91,4
Storefjorden	0,7	57,6	58,3
Vanemfjorden	31,5	37,6	69,1
Sum	296	824	1120

Dersom en skal komme ned på vedtatte miljømål for vassdraget er en også avhengig av å gjennomføre tiltak på disse arealer.

Det er (2006) anlagt 45 fangdammer og 370 vegetasjonssoner. Den totale renseeffekten er beregnet til 1,1 tonn (tabell 2). I mange av nedbørfeltene til disse anleggene er det også gjennomført endret jordarbeiding slik at erosjon og fosfortilførslene inn i rensesystemene er redusert. Beregninger viser at en betydelig del av arealet (min. 37 %) drenerer til fangdammer og vegetasjonssoner. 18 % av jordbruksarealene drenerte i 2006 gjennom vegetasjonssoner, mens 19 % av jordbruksarealer drenerte gjennom fangdammer. Det er imidlertid grunn til å tro at andel av jordbruksarealer som drenerer gjennom fangdammer er noe underestimert.

Effekten av endret jordarbeiding (3,7 tonn P), samt effekten av vegetasjonssoner og fangdammer (1,1 tonn P) gir en fosforavrenning fra jordbruksarealer på 6,3 tonn P i 2006. Da er estimert bakgrunnsavrenning trukket fra. Målet var å komme ned på 3, 8 tonn.

På tross av en middels til høy grad av tiltaksgjennomføring, både innen jordbruk og spredt avløp, er vannkvaliteten fremdeles å anse som dårlig til meget dårlig i flere delnedbørfelt. Vannkvaliteten er klassifisert som meget dårlig i Hobøelva, Kråkstadelva og Veidalselva, dårlig i Mørkelva, Sæyvannet/Svinna, Storefjorden og Vanemfjorden, og moderat i Mjær. Det har vært noe forbedring i vannkvaliteten i flere delnedbørfelt, men fosfortapene fra både jordbruk og spredt avløp er i enkelte felt fremdeles svært høye, og flere tiltak bør iverksettes for å oppnå bedret vannkvalitet. Tiltaksanalysen følges opp i 2009 med en utredning av effekter av andre tiltak som bl.a:

endret gjødsling på arealer med høye fosfortall (P-AI verdier), fosforrensing av grøfteavrenning, erosjon i forsøkninger og rundt hydrotekniske anlegg, økt tiltaksgjennomføring av endret jordarbeiding. Klimaendringer med endrete nedbør og avrenningsforhold høst/vinter med økt hyppighet av ekstremvær vil kunne forsterke behovet for ytterligere tiltak. I 2007/2008 har det vært nedbørepisoder med ustabilitet og utrasinger av bekkeskråninger langs Hobøelva. Mer ekstremvær vil gi behov for tiltak i landskapet i tillegg til tiltak på selve jordbruksarealene.

Referanser

- Solheim, A.L., N. Vagstad, P. Kraft, Ø. Løvstad, S. Skoglund, S. Turtumøygard & J.R. Selvik. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa. Vansjø - Hobøelvasdraget. Sluttrapport. NIVA-rapport 4377. 104 s.
- Blankenberg, A.G.B., S. Turtumøygard, A. Pengerud, H. Borch, E. Skarbøvik, L. Øygarden, M. Bechmann, N. Syversen & N.H. Vagstad. 2008. Tiltaksanalyse Morsa. Effekter av fosforreduserende tiltak 2000 - 2006. Bioforsk Rapport 3(86). 54 s.

Grøfter - en snarvei for næringsstoffer og jordpartikler?

Målingene foretatt i JOVA programmet viser at grøfteavrenning i betydelig grad kan bidra til avrenning av næringsstoffer. På bakgrunn av en hydrologisk analyse vises det at i noen tilfeller grøfteavrenning kan bidra betydelige i tap av jordpartikler og fosfor.

Johannes Deelstra
Bioforsk Jord og miljø
johannes.deelstra@bioforsk.no

Innledningen

JOVA-programmet har et landsdekkende nett av målestasjoner i små nedbørfelt dominert av jordbruk. Det måles både avrenning, tap av næringsstoffer og erosjon. Feltene representerer forskjellige driftsformer og klimatiske forhold i Norge (figur 1) Med tre unntak blir den totale avrenningen (summen av overflate-, grøfte- og grunnvannsavrenning) målt ved utløpet av nedbørsfeltet. På to av feltene (Bye og Vandsemb) blir det målt både overflate- og grøfteavrenningen mens i Vinningland blir det kun målt grøfteavrenning.



Figur 1. Plassering av JOVA feltene.

Beskrivelse av nedbørfeltene

Bye og Vandsemb kan betegnes som såkalte "nested"

nedbørsfelt til Kolstad og Mørdre. Vinningland ligger i nærheten av Skas Heigre. Vannføringsmålingene blir foretatt ved hjelp av en RBC - renne (Bos 1978) i kombinasjon med en datalogger, mens vannprøvetakingen foretas som volumproporsjonal prøvetaking (Deelstra *et al.* 1998). De viktigste karakteristikkene for feltene er presentert i tabell 1. Vinningland har både den høyeste temperatur- og nedbørnormal og representerer et typisk sør-sørvestnorsk klima. Temperatur og nedbør for Vandsemb er typisk for sørøst Norge mens Bye representerer mer et innlandsklima. De viktigste vekstene for Vandsemb, Bye og Vinningland er henholdsvis korn, korn/potet og eng.

Målt avrenning, næringsstofftap og erosjon

Målt avrenning, næringsstofftap og erosjon for Vinningland, Bye og Vandsemb er presentert i tabell 2. Til sammenlikning er også avrenning, N-, P-tap og erosjon for Kolstad, Mørdre og Skuterud presentert. Vinningland har, sammenliknet med Bye og Vandsemb, det høyeste nitrogentapet. Andelen av nitrogenavrenning gjennom grøftesystemet utgjør 92 og 96 % for henholdsvis Vandsemb og Bye. N-tapet i Kolstad feltet er høyt sammenliknet med Bye feltet. En mulig årsak kan være at en del av nitrogenet renner forbi grøftesystemet og ned til grunnvannet for så å danne grunnvannsbidraget ved hovedstasjonen. N-tapet i Vandsemb- og Mørdrefeltet er i samme størrelsesorden. P-tap og erosjon i Vandsemb- og Bye-feltet oppstår hovedsakelig gjennom overflateavrenningen.

Tabell 1. Karakteristikkene for Vandsemb, Bye og Vinningland.

Nedbørsfelt	Areal (daa)	Temperatur/nedbør normal °C/mm	Jord type	Grøfteavstand/dybde
Vandsemb	65	4/665	silt, planert leire	6 - 8/0,80 - 1,00
Bye	40	3,6/585	morene lettleire	10/1,00
Vinningland	24	7,1/1189	Siltig mellomsand	6/1,00

Tabell 2. Gjennomsnittlig avrenning (mm), N-tap og P-tap (g daa⁻¹), samt erosjon (kg daa⁻¹).

	N - tap		P - tap		Erosjon		Avrenning		periode
	overf. ⁽¹⁾	grøft. ⁽²⁾	overf.	grøft.	overf.	grøft.	overf.	grøft.	
Vinningland		3491		33		6		664	97 - 06
Bye	118	2918	25	4	22	1	14	165	94 - 07
Kolstad ⁽³⁾		5186		50		17		330	91 - 07
Vandsemb	190	2160	57	46	47	9	126	202	92 - 04
Mørdre ⁽³⁾		2221		182		156		297	91 - 07
Skuterud ⁽³⁾		4667		219		121		523	94 - 07

¹overflate avrenning; ²grøfteavrenning; ³totale avrenning og tap ved hovedmålestasjon

Det er et betydelig større erosjons- og P-tap i Mørdre sammenliknet med Vandsemb. En mulig årsak til dette kan være den relativt større andelen av planert leire i Mørdre-feltet. Øygarden *et al.* (2003) viste at partikkeltransporten forekommer gjennom makroporer til grøftesystemer på slike jordarter.

Hydrologisk karakterisering av avrenning

En karakterisering av hydrologien har blitt foretatt ved hjelp av en "flashiness" indeks (FI). FI gir et uttrykk for endringen i vannføringen per tidsenhet (Baker *et al.* 2004) med sikte på å beskrive effekter av arealendringer innenfor et nedbørfelt, som avskoging eller urbanisering, på avrenningen. FI er beregnet for JOVA-feltene på bakgrunn av gjennomsnittlig døgn- og timeregistrert vannføring (figur 2). Det er store forskjeller i FI alt etter hvilken tidsoppløsning som brukes som tyder på store endringer i vannføringen innenfor et døgn. For feltene Bye og Vandsemb er FI verdien nesten lik den for henholdsvis Kolstad og Mørdre hovedstasjon. Dette kan tyde på at grøfteavrenningen utgjør en stor andel av den totale avrenningen

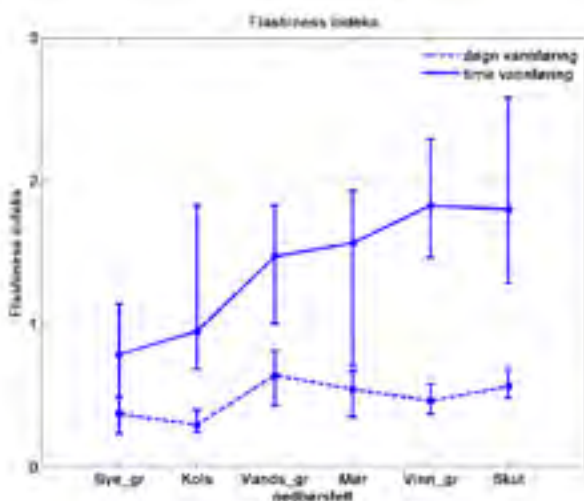
i Kolstad og Mørdre. Vinningland og Skuterud har om lag samme FI, som tyder på det samme. Det er likevel stor usikkerhet hvilken betydning grøftesystemer i Skuterud-feltet har for P-tap og partikkeltransport.

Oppsummering.

Analyser av hydrologien (FI) tyder på at grøftesystemer i Skuterudfeltet kan utgjøre en stor andel i den totale avrenningen fra feltet. Arbeidet til Øygarden *et al.* (2003) viste for planerte jordtyper at det kan forekomme betydelig P-tap og partikkeltransport gjennom grøftesystemer. Den viktigste jordtypen i Skuterudfeltet er kartlagt til å ha et betydelig potensiale for makroporestrømning, og dermed kan bidra i partikkeltransport til grøftesystemer. Det totale arealet av denne jordtypen er kartlagt til om lag 570 km² og forekommer både på Østlandet og i Trøndelag. Det er viktig å få kartlagt betydningen av partikkeltransport og P-tap gjennom grøftesystemer på slike jordarter, særlig med hensyn til riktig valg av tiltak for å oppnå god vannkvalitet.

Referanser

- Baker, D.B., R.P. Richards, T. Timothy, T.T. Loftus & J.W. Kramer. 2004. A new flashiness index: characteristics and applications to midwestern rivers and streams. *Journal of the American Water Resources Association* 40:503-522.
- Bos, M.G. 1978. Discharge measurement structures. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Publication 20, ILRI, The Netherlands.
- Deelstra J., N. Vagstad & L. Øygarden. 1998. Sampling technique and strategy. *TemaNord* 575:27-35.
- Øygarden, L., J. Kværner, P.D. Jenssen. 1997. Soil erosion via preferential flow to drainage systems in clay soils. *Geoderma* (76):65-86.



Figur 2. Flashiness indeks (FI) for JOVA - feltene.

Hydrotekniske problemer - utfordringer i et endret klima

Partikkeltransport er en naturlig prosess i jordsmonnet, og grøfting medfører at partikler i større grad renner av til vassdrag. Hydrotekniske anlegg, som nedløpskummer og samleledninger trenger vedlikehold eller endret utforming. Dette gir store jordtap fra dyrka arealer, spesielt i leirjordsområdene.

Tore E. Sveistrup
Bioforsk Jord og miljø
tore.sveistrup@bioforsk.no

Hydroteknikk, begrenset til den agronomiske betydningen, defineres av Norsk landbruksordbok som "lære (vitskap, fag) som gjeld regulering og utnyttning av vatn til beste for jordbruket". Vi vil her begrense problemstillingen til drenering av landbruksareal.

Klimaet forventes i følge klimaforskernes prognoser å bli villere og våtere i tida som kommer. Det tilsier mer nedbør, flere episoder med intens nedbør og økt arealavrenning og erosjonsfare fra landbruksareal. Lokale landbrukskontor flere steder på Østlandet påpekte etter de kraftige regnværsepisodene vinteren 2008 at dagens hydrotekniske anlegg ikke holder mål, selv ved dagens værforhold.

Gode hydrotekniske anlegg skal lede bort overskuddsvann fra landbruksarealene og må derfor bygges slik at jordpartikler ikke følger vannet ut fra arealene. Dagens anlegg fyller i mange tilfeller ikke dette kravet. Anleggene kan være feil konstruert, være skadd av ulike årsaker, være underdimensjonert fra begynnelsen av eller blitt det ut fra endringer i jord- og værforhold. Selv om det etter beste evne er tatt hensyn til alle disse forholdene under planlegging og gjennomføring av tiltak, føres store mengder jord vekk sammen med vannet fra landbruksarealene. Det både forringer arealenes fruktbarhet og forurenser vannet der jordmassene ender.

Partikkeltransport i jordprofil

Nedvasking av leirpartikler til dypere lag i profilet er en naturlig prosess under våre klimatiske forhold. Prosessen er i hovedsak knyttet til jordsmonn som gjennomgår tørke- og oppfuktingssyklus. I jord som er kontinuerlig våt, finner en ikke tilsvarende nedvasking av partikler ned gjennom jordprofil (Soil Survey Staff 1999, Yaalon 1983). Gjennom intens drenering

øker tykkelsen på jordlaget som regelmessig gjennomgår tørke- og oppfuktingssyklus. Under naturlige forhold vil partikler som vaskes ned til dypere lag av profilet akkumuleres der, og gjenfinnes som leirfilmer på overflater i porer og sprekker. Når arealer grøftes, føres vann som kan bringe med seg partikler raskere gjennom profilet makroporesystem. Vannet ledes inn i grøfterørene og direkte ut til vassdrag. En betingelse for at grøftesystemene skal fungere etter sin hensikt, er at partiklene transporteres ut av systemet og ikke tetter til makroporene eller sedimenteres i grøfterørene og tetter til disse. Denne vanntransporten fram til grøfterørene vil medføre intern erosjon i jordsmonnet og lar seg ikke stoppe. Partiklene må fanges opp etter at de har kommet inn i dreningssystemet hvis vannet skal renses.

Frost med teledannelse er en ekstrem form for uttørring av jord, mye sterkere enn plantenes uttørring og den uttørringen som sol og vind fører til. En slik sterk uttørring bidrar til å fraksjonere jorda gjennom krymping og sprengning, der vannet akkumuleres og fryser. Mikroskopstudier har vist hvordan jordmateriale er sprukket opp og delvis skilt fra poreveggene om våren etter telegang. Ved strømming av vann gjennom en slik pore vil den løse, uttørrede jorda lett kunne vaskes med av vannstrømmen. Lengre perioder med vekslende vinterforhold, og flere episoder med frysing og tining kombinert med regnvær, vil øke frekvensen av utvaskingsepisoder. Dette er forhold som er spesifikke for områder med tele.

Eksempler på erosjon og partikkeltap

Avrenning med partikkeltransport fra landbruksareal til vassdragene foregår både som overflateavrenning og gjennom dreningssystemene. De marine leirjordtypene er spesielt utsatt både for erosjon gjennom pro-

filet til grøftesystemene, og for overflateerosjon hvor også store mengder jord ender i grøftesystemene. Leirjordsareal utgjør i Østfold, Vestfold og Akershus over 70 % av dyrkaarealet. Spesielt er de bakkeplanerte arealene, som i snitt utgjør ca 15 % av dyrkaarealet i disse fylkene, utsatt både for overflate- og intern erosjon. I en kartlegging av erosjonsforholdene på landbruksarealene i nedslagsfeltet til Leiravassdraget våren 2008 ble det avdekket spesielt mye erosjon på bakkeplanerte areal. En viktig årsak var at de hydrotekniske anleggene var defekte eller ikke var anlagt tilfredsstillende. Spesielt var det mye erosjon rundt nedløpskummer, som i ekstreme tilfeller sto som tårn nede i krater der jordmassene var forsvunnet. I de fleste tilfeller der nedløpskummene fungerte uten erosjon rundt dem, var det heller ikke tegn på noen sedimentasjon av jord, selv om det var tydelige tegn på erosjon på arealene ovenfor kummene. Derfor må partikler fra overflateerosjon ha fulgt med vannet ned i kum og inn i drencsystemet. Samle- og til dels drencledninger var flere steder defekte, noe som hadde ført til at overliggende jordmasser fulgte vannet fra overflata og etterlot kratre fra drencledning og opp til overflata. Også ødelagte utløp av samle- og drencgrøfter, hvor erosjonen åt seg innover på jordene, var et tydelig problem.

Fra et forsøk i hellende terreng på Skjetlein i Sør-Trøndelag er det i perioden 1990-1997, både under eng og i åpen åker, målt betydelig større partikkelavrenning i grøftevannet enn som overflateavrenning (Bioforsk Jord og miljø, unpubl. data). På de fleste areal foregår imidlertid det meste av partikkeltransporten til vassdragene som overflateavrenning.

Fangdammene, som det er bygd mange av de senere år, viser seg effektive til å fange opp partikler. Undersøkelser viser at sedimentene i hovedsak består av små aggregater som kommer fra omkringliggende jordbruksareal, men det er ikke klarlagt i hvor stor grad partiklene er kommet med overflatevann eller med grøftevann (Sveistrup *et al.* 2008)

Forbedring av hydrotekniske anlegg for å redusere partikkeltap

Undersøkelser viser at nedløpskummer i mange tilfeller er defekte. De er utette og tar inn vann med jordpartikler under jordoverflata, noe som fører til store jordtap. Store mengder jord følger også med vann som renner inn i kummene slik det er tiltenkt, men det mangler i de fleste tilfeller sedimentasjonsmulig-

het for partikler før vannet renner ned i kummene. Kumdammer er tiltak som er introdusert de senere år for å skille partiklene fra vannet før det renner inn i kummene (Hauge 2008). Dette tiltaket synes i begrenset grad å være kjent blant planleggere da det foretas utbedring av hydrotekniske tiltak uten at det legges til rette for sedimentasjon av partikler før vannet renner ned i kummene.

Det er behov for omgrøfting og tilleggsgrøfting på leirjordsområdene, både på grunn av at anleggene dels er ute av funksjon som følge av alder og at jordas gjennomtrengelighet reduseres på grunn av den tiltakende jordpakkingen som stadig større og tyngre landbruksmaskiner medfører. I dag foretas ofte utbedring av drencanlegg ved at det legges drencrør mellom eksisterende grøfter i samme dyp eller dypere. Dette vil medføre økt uttørring og oppsprekking av jorda under ploglaget og dermed økt partikkelavrenning gjennom drencsystemene. Vil det kunne gi tilstrekkelig drencseffekt ved å legge tilleggsdrencrør grunnere, for på det viset å redusere partikkelavrenningen? Her er det et forskningsbehov.

Referanser

- Hauge A. 2008. New methods for Phosphorous retention in agricultural drainage systems in Norway - preliminary results. Proceedings of the 10th international drainage workshop of ICID working group on drainage, Helsinki/Tallinn 6-11. July 2008, p 367-368.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. USDA, Natural Resources Conservation Service. Agricultural Handbook No. 436. 869 pp.
- Sveistrup, T.E., V. Marcelino & B.C. Braskerud. 2008. Aggregates explain the high clay retention of small constructed wetlands: a micromorphological study. *Boreal Environment Research* 13:275-284.
- Yaalon, D.H. 1983. Climate, time and soil development. In: L.P. Wilding, N.E. Smeck and G.F. Hall (Eds.). *Pedogenesis and Soil Taxonomy*. pp. 233 - 251.

Nye renseløsninger for fosfor i jordbruksavrenning

Eutrofieringsproblemene i vassdrag i landbruksområder krever nytenking med hensyn på tiltak for å redusere fosfortilførslene fra jordbruksarealene. Bioforsk har i 2006-2007 etablert tre pilotanlegg der nye renseløsninger prøves ut; leca-filter i utløp av fangdam, underjordisk leca-filter i drengssystem og sedimentasjonsdam rundt kumnedløp (kumdam).

Atle Hauge
Bioforsk Jord og miljø
atle.hauge@bioforsk.no

Innledning

Jordbruket er en stor bidragsyter til eutrofieringen av vassdrag. Det er satt i verk mange tiltak for å redusere fosforlekkasjene fra jordbruksarealene, bl.a. endret jordarbeiding og redusert gjødsling, buffersoner og fangdammer. I enkelte vassdrag er dette ikke nok for å få en tilfredsstillende vannkvalitet, og Bioforsk har derfor prøvd ut nye, supplerende tiltak.

Leca-filter i utløp av fangdam

Fangdammer virker best når det er mye partikler i vannet, og vil fjerne en stor del av partiklene under slike forhold. Det vil derfor være en god løsning å plassere filteret i enden av en fangdam, slik at det ikke tettes av partikler. Fangdammer fungerer dårlig når det er mye løst fosfor og lite partikler, og en kan i perioder med lav vannføring få redoksforhold som bidrar til at fosfor blir frigjort fra sedimentene. Selv om det ikke er store mengder som tapes, kan dette skje på tider av året der det er uheldig at resipienten får tilført ekstra fosfor. Et Leca-filter vil kunne rense godt i perioder med lav vannføring og lite partikler i vannet, og kan hindre utslipp av løst fosfor ved lekkasje fra sedimentene. Filteret vil både kunne binde løst fosfor, og fange opp partikler som var for små til å sedimentere i fangdammen.

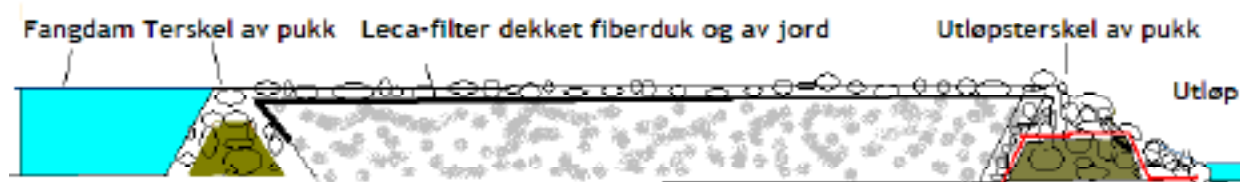
Leca Filtralite-P er utformet for fosforrensing ved at leca-kulene er anriket med kalk. I pilotanleggene ble det valgt Leca Filtralite-P 0,5-4 mm, for å få

tilstrekkelig permeabilitet i filteret. Vannlednings- evnen ble målt til 4 mm/s (k-verdi i Darcy's lov), og tettheten er 0,5 kg/l. Risteforsøk viste at filterets evne til å binde løst fosfor varierer mye med innløps- konsentrasjon. For en konsentrasjon på 50 µg P/l blir bindingsevnen totalt 1.7 g P/kg materiale, og for en konsentrasjon på 1000 µg P/l, blir det totalt 33.5 g P/kg materiale. Men en forventet i tillegg til dette tilbakeholdelse av partikkelbundet fosfor, ved at små partikler stoppes i filteret.

Det er etablert et pilotanlegg for utprøving av Leca- filter i utløp av en fangdam i nedbørfeltet til Vansjø. Filteret er på 35m³, og hadde en jevn vannføring på 0,2 l/s. Dette gir en oppholdstid på ca. ett døgn. Res- terende vann gikk i overløpet. Målingene ble gjort i 4 perioder til forskjellige årstider. Målingene viste en gjennomsnittlig reduksjon i total-fosfor på 50 %. (Det ble ikke tatt prøver av opprinnelig konsentrasjon i innløpet av fangdammen.) Gjennomsnittlige konsen- trasjoner var fra 76 µg/l i innløpet av filteret til 38 µg/l i utløpet, med en variasjon på fra 69-87 µg/l i innløpet til 34-44 µg/l i utløpet. Mengdene partikler i innløpsvannet varierte fra 5 til 23 mg/l.

Leca-filter i drengsystemet

I 2006 ble det etablert et pilotanlegg for testing av rensing av grøftevann i Våler. Filter av Leca Filtrali- te-P 0,5-4 mm ble plassert i samleledning i et drene-



Figur 1. Snitt av Lecafilter i enden av fangdam.

ringssystem som dekket 0,3 hektar. Jorda var leirjord med høye fosfortall på P-AL 20-30. Filteret var 7 m³, og ville ha en oppholdstid på ca 2 timer ved maksimal vannføring gjennom filteret. Det er tatt prøver i forskjellige årstider, 1 vinter-, 1 vår-, 2 sommer- og 2 høstprøver i løpet av 2 år. Alle målinger her ble gjort i perioder med stor vannføring i grøftene.

Det ble målt et gjennomsnitt på 57 % reduksjon av total-P i filteret, fra 785 µg/l i innløp til 332 µg/l i utløp. Det var en variasjon fra 46-74 % reduksjon (fra 1010-530 µg/l i innløpet til 480-258 µg/l i utløpet). Høyest renseseffekt ble funnet ved den høyeste partikkelkonsentrasjonen (260 mg/l) og lavest ved den laveste partikkelkonsentrasjonen (78 mg/l) i innløpet.

Kumdam - sedimentasjonsdam rundt nedløpskum

Nedløpskummer på jordet lager en kortslutning mellom overflateavrenningen på jordet og bekken. I tillegg er kummene svært ofte skadet av erosjon, og er en kilde til store tap av jord. En sedimentasjonsdam rundt nedløpet kan holde tilbake mye av de partiklene overflateavrenningen drar med seg, fordi mye av partiklene er aggregater som sedimenterer raskt. Dersom dammen

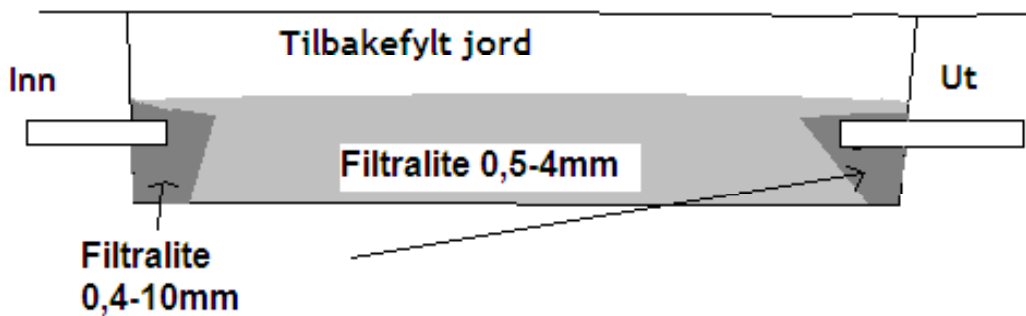
anlegges med tett bunnmembran, kan også lekkasjene i kummen tettes, og erosjonsskadene stoppes.

Et forsøksanlegg med 2 kumdammer ble anlagt høsten 2007. Hver dam blir laget med 10 x 12,5m membran i bunnen, og vanddypt ca 0,5 meter. Selve vannspeilet ble da på ca 80 m². Kummen legges helt i kanten i nedre enden av dammen. Membranen trekkes over kummen og festes, og det skjæres hull over kummen.

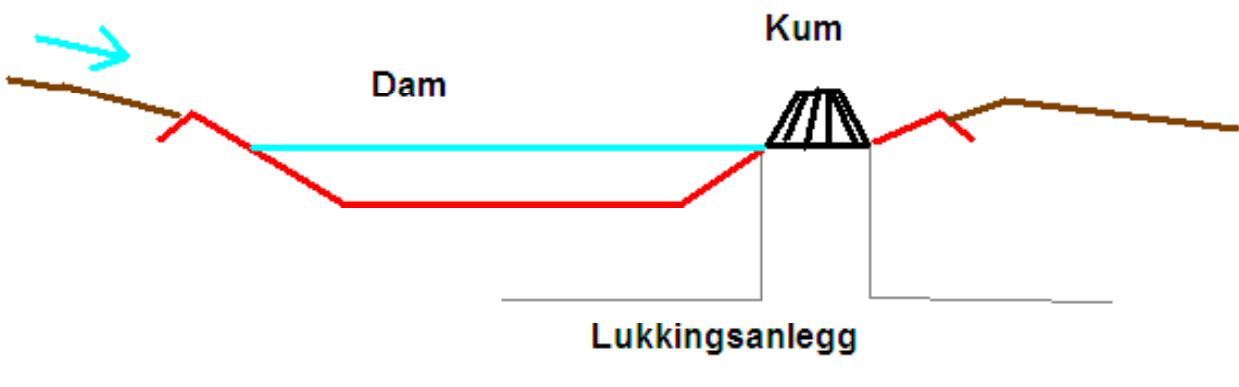
Dammene ble nesten fylt av jord i løpet av en natt under ekstreme forhold vinteren 2007/2008, og ca 50 m³ ble samlet opp. Ved tømning ble det lagt igjen ca 10 cm med jord, slik at membranene ikke skulle ødelegges ved tømningen.

Konklusjon

De tre renseløsningene supplerer listen av mulige tiltak mot fosforlekkasje fra jordbruksarealer, og dekker forskjellige behov; muligheter for å rense grøftevann, mulighet for å forbedre fangdammenes totalrensing og muligheter for å holde tilbake partikkelbundet fosfor som vaskes ned i overflatekummer. De tre løsningene viser alle gode resultater som fosforoppsamlere, men særlig filterene må det forskes mer på når det gjelder funksjonalitet.



Figur 2. Snitt av filter plassert i eksisterende drens-system.



Figur 3. Snitt av kumdam rundt nedløpskum.

Økt gjødselpris - betydning for gjødslingspraksis

Fra sommeren 2008 ble prisen på mineralgjødsel om lag doblet. Et sentralt spørsmål er om gjødselprisen har økt så mye at økonomisk optimalt gjødslingsnivå nå er lavere enn gjeldende norm. Her oppsummeres kort de vurderingene som er gjort knyttet til nitrogen gjødsling innen de forskjellige vekstgrupper.

Bernt Hoel, Hugh Riley, Gustav Fystro, Erling Stubhaug og Kristian Haug
Bioforsk Øst
bernt.hoel@bioforsk.no

Innledning

Fra sommeren 2008 ble prisen på mineralgjødsel om lag doblet. Stigende etterspørsel etter gjødsel og høy pris på råstoff til gjødselproduksjon var blant årsakene. Økt gjødselpris medfører økte kostnader og svekket lønnsomhet for dyrkerne. Et sentralt spørsmål er hvilke tiltak man kan gjøre for å minske effekten av den store prisøkningen. Har gjødselprisen økt så mye at økonomisk optimalt gjødslingsnivå nå er lavere enn Bioforsk sine gjødslingsnormer? Oversikt over disse finner man i Gjødslingshåndbok på www.bioforsk.no. Gjødsel skal brukes på en slik måte at det er til minst mulig skade for miljøet, samtidig som gjødslingspraksisen tilfredsstiller kravene til avlingsmengde, kvalitet og økonomi.

Uavhengig av hvilket prisnivå som til enhver tid gjelder må dyrkerne sørge for en effektiv utnyttelse av næringsstoffene, både reserveene i jorda og det som tilføres med gjødsel. Forholdene må legges til rette for at plantene skal utvikle store og effektive rotsystem, og videre må en tilstrebe at jorda har en kalktilstand som er gunstig for tilgjengeligheten av næringsstoffene. Gjødsling er en viktig dyrkingsteknisk faktor, men det er avgjørende å se helheten og sørge for en gjennomført god agronomi.

Jevnlig oppdatering av jordanalyser er nødvendig av flere årsaker, blant annet for å sjekke om jordas pH er gunstig og for å tallfeste innholdet av plantetilgjengelig fosfor og kalium. Ved å ta hensyn til reserveene av næringsstoff i jorda, unngår man å bruke en gjødseltype som er mer kostbar enn nødvendig.

En god gjødslingsplan er grunnlaget for en gjødslingspraksis til beste for både miljø og økonomi. Ved

gjødslingsplanlegging skal man legge inn realistiske avlingsforventninger. Middelaavling over en årrekke er et godt utgangspunkt, og delgjødsling i vekstsesongen kan brukes for eventuelle tilpasninger senere.

De siste to tiårene er det utført et betydelig antall N-gjødslingsforsøk. Dette forsøksmaterialet er analysert for å vurdere om gjødselprisen har økt så mye at dyrkerne bør redusere gjødselmengdene. Det er fokusert på behovet for nitrogen gjødsling i denne artikkelen, men det er viktig å se til at den gjødslingsstrategien man velger også sikrer plantene nødvendig tilgang på andre viktige næringsstoff. Her følger en oppsummering av de vurderingene som er gjort innen vekstgruppene korn, grovfôr, grønnsaker og potet.

Korn

Bioforsk sine anbefalinger (normer) for nitrogen gjødsling til korn (tabell 1) har vært uendret siden 1996.

Tabell 1. Gjeldende anbefalinger for N-gjødsling til korn (kg N pr. daa) i forhold til forventet avling, uten eventuelle justeringer for moldinnhold, forgrøde og N-prognoser.

Kornart	Forventet avlingsnivå, kg pr. daa			
	400	500	600	700
Havre	8,5	10,1	11,7	13,3
Bygg	9,5	11,1	12,7	14,3
Hvete, rug	10,5	12,1	13,7	15,3

Med bakgrunn i endrede prisforutsetninger er det nå foretatt en ny gjennomgang for å vurdere om normene er satt på et riktig nivå. Beregningene er basert på resultater fra mer enn 250 feltforsøk i vår- og høstkorn. Det er vanskelig å gi noe entydig svar på om gjødselprisen har økt så mye at N-gjødslinga til korn bør reduseres i forhold til gjeldende normer. En viktig

årsak til dette er at gjødselprisen varierer betydelig mellom gjødseltyper og gjennom året (pga termintillegg og eventuelt andre prisjusteringer). Videre er det usikkerhet knyttet til hvilken kornpris man kan forvente.

Gjødselprisen har imidlertid kommet opp på et nivå der man til vårkorn bør vurdere en viss reduksjon i forhold til gjeldende normer. I høsthvete indikerer beregningene at det ved de aktuelle prisforutsetninger er riktig å følge de gjeldende normer for N-gjødsling. En endring i måten man justerer normen i forhold til forventet avling kan også være aktuell. Mer spesifikke vurderinger omkring gjødselpris og valg av gjødslingsnivå er gitt i artikkelen "Optimal N-gjødsling til korn i lys av endret gjødselpris" i boka Jord- og Plantekultur 2009.

Grovfôr

Tross økningen i gjødselpris er det ikke grunnlag for store endringer i gjeldende normer for N-gjødsling til grovfôrvekster. En reduksjon på om lag 5 % i forhold til gjeldende N-gjødslingsnorm kan imidlertid forsvares. Dette vil ha bare marginal kortsiktig innvirkning på lønnsomheten, gitt dagens gjødselpris og forventet produktpriser. Ytterligere reduksjoner ut over 5 % vil kunne medføre avlingstap og redusert lønnsomhet. For å oppnå en balansert næringsforsyning, bør det følges opp med tilsvarende reduksjoner også for andre næringsstoff.

En viss reduksjon av fosforgjødslinga i forhold til gjeldende norm vil som oftest ikke gi kortsiktige konsekvenser for avling eller kvalitet. I et mer langsiktig perspektiv vil likevel balanseprinsippet være hovedregelen, det vil si at en ved gjødsling erstatter de mengdene av næringsstoff som avlingene fører bort fra dyringsstedet.

Det forventes økt bruk av belgvekster, dette vil gi rom for å redusere N-gjødslinga betydelig. Fokuset på utnytting av husdyrgjødsel blir stadig viktigere, og dette vil kunne redusere innkjøpet av mineralgjødsel noe, særlig for fosfor og kalium, men også for nitrogen. Ved endringer i gjødslingspraksisen er det viktig å se til at svovelbehovet dekkes.

Grønnsaker

Gjeldende N-gjødslingsnormer varierer betydelig mellom ulike typer grønnsakskulturer. Grønnsaker har generelt høy avlingsverdi, og ved næringsman-

gel skal det bare en liten avlingsnedgang til før inntektstapet er større enn innsparingen på gjødselkostnader. Modellberegninger tyder imidlertid på at dyrkernes nåværende N-gjødsling i mange kulturer kan reduseres med 10-20 % uten økonomisk tap (Riley 2007). Gjødselmengdene kan også reduseres noe ved overgang fra breiggjødsling til radgjødsling, fordi plassering av gjødsel gir en mer effektiv utnyttelse av næringsstoffene. I kulturer som har lite rotsystem, som kepaløk og purre, vil en gjerne kunne redusere gjødselmengdene med 20-30 % ved en slik plassering. Utstyr for radgjødsling og for nøyaktig dosering, herunder rett innstilling og bruk av gjødselspreder, er viktige momenter.

Potet

Gjeldende N-gjødslingsnormer til poteter varierer med sort og type produksjon. Tross økt gjødselpris er konklusjonen at det fortsatt vil være lønnsomt å følge gjeldende N-gjødslingsnormer til potet. Forsøk gjennomført i perioden 2003-2005 (Haug & Nybråten 2006) tyder på at verdien av avlingstapet ved å redusere gjødslinga er større enn det man sparer i form av reduserte gjødselkostnader.

Det er vanlig til potet å bruke klorfri mineralgjødsel, selv om denne er betydelig mer kostbar enn klorholdige gjødseltyper. Konsekvensene av å bruke klorholdig gjødsel er at tørrstoffinnholdet reduseres med 0,5 - 1,0 % - enheter. I enkelte distrikt der en normalt har høyt tørrstoffinnhold og/eller til produkter der det ikke betales etter tørrstoffinnholdet, kan klorholdig gjødsel være et alternativ. En ulempe med klorholdige gjødseltyper er imidlertid at de ofte inneholder for lite kalium i forhold til potetenes behov.

Oppsummering

Økte gjødselpriser medfører økte kostnader og svekket lønnsomhet. Beregningene tyder på at det først og fremst er i vekstgruppene vårkorn og grovfôrvekster at redusert gjødsling i forhold til norm kan være lønnsomt. For høsthvete, grønnsaker og potet er vurderingen, ved de aktuelle prisforutsetninger, at det fortsatt vil være riktig å følge gjeldende normer for N-gjødsling.

Referanser

- Haug, K. & R. Nybråten. 2006. Nitrogengjødsling og delgjødsling til potet. Bioforsk FOKUS 1(2):205-208.
Riley, H. 2007. EU-rotate_N: Et beslutningsverktøy for vurdering av N-syklus i grønnsaksomløp. Bioforsk FOKUS 2(1):144-145.

Har vi godt nok grunnlag til å foreslå reduksjon av fosfornormene til grønnsaker?

Siste års fosforgjødslingsforsøk i grønnsaker gir grunnlag til å foreslå en viss reduksjon av fosfornormene til enkelte grønnsakkulturer. Men dette betinger gjerne en optimal jordkultur med gode forhold for rotutvikling slik at plantene får tak i det lite mobile fosforet.

Erling Stubhaug og Åsmund Bjarte Erøy
Bioforsk Øst
erling.stubhaug@bioforsk.no

Tema fosforgjødsling har vært en gjenganger på de siste års Plantemøter. Bakgrunnen for at det holdes så sterkt fokus på fosfor er både det faktum at fosfor er en begrenset ressurs i verden i dag, og at det er dette næringsstoffet som har størst betydning for algevekst/tilgroing i vassdrag. I enkelte distrikt er det et akuttbehov for å gjennomføre effektive tiltak for å redusere avrenning til viktige vassdrag.

Som et resultat av forskningsarbeid siste år ble normene for fosforgjødsling til eng og korn satt betydelig ned i 2007. For grønnsaker, som er den kulturen der det generelt blir tilført mest fosfor, og som av den grunn ofte blir framhevet som "versting", er det de siste årene blitt gjennomført flere forsøksserier med fosforgjødsling. Siktemålet har vært helt klart: Nedjustering av normtallene også her.

"Grønnsaksjord" inneholder ofte mye fosfor

Som følge av sterk fosforgjødsling over en årrekke vil en på slik jord ofte finne P-AI-tall på 20-25, og i enkelte tilfeller over 30. En regner med at hver enhet P-AI representerer 2,5 kg P/dekar. Sjøl om P-AI er et uttrykk for lett tilgjengelig fosfor, vil det være mange faktorer som påvirker tilgjengelighet og opptak av fosfor, blant annet pH, jordart, jordtemperatur, jordstruktur og plantenes rotsystem.

I løpet av de siste tre årene er det blitt gjennomført 11 forsøk i en forsøksserie med fosforgjødsling til kålvekster og 9 forsøk i en serie med fosformengder og tilføringsmåter til kepaløk. Siste år er det i tillegg startet en serie med fosforgjødsling til gulrot, en serie med startgjødsling/dypping av setteløk og en med startgjødsling til frilandsagurk. De to siste er spesielt knyttet opp til Vannsjø-prosjektet. De aller fleste av disse forsøkene er blitt utført i forsøksringene SørØst,

Lier, GA-FA og Aust-Agder i tillegg til Bioforsk Øst Landvik.

En beskjeden reduksjon til kålvekster

Gjødselnormene til kålvekster i "normal-jord" er 3 kg fosfor per dekar. Samtidig vil en normalavling kål bortføre ca. 4 kg fosfor. Dette innebærer at en vanligvis tilfører mindre enn det avlingen tar bort. Siden kålvekster generelt har et stort, velutviklet og dyptgående rotsystem, vil de, i kombinasjon med lang vekstsesong, kunne utnytte fosforreservene i jorda bedre enn de fleste andre grønnsakkulturer.

Det er signifikante utslag for fosforgjødsling i enkeltfelt, men ikke i gjennomsnitt for flere felt og ikke dersom en ser ulike år samlet. Men gjennomsnittstallene for de 11 forsøkene gjennomført siste tre år, viser avlingsreduksjon ved å kutte ut fosforgjødslingen, ja, faktisk har nesten samtlige forsøk vist dette. Videre har en på enkeltforsøk fått avlingsøkning på 25-30 prosent ved å gi opptil 4,5 kg fosfor per dekar.

Det synes også klart at pH, jordart og jordstruktur virker sterkt inn på utslag for fosforgjødsling. At enkeltfelt viser avlingsøkning på 25-30 prosent ved den største fosfortilførselen, kan forklares med de høye pH-verdiene og høyt kalsiuminnhold i jorda her (pH= 8,0 og Ca-AI= 380) kombinert med leirjord. Tilgjengelighet og mobilitet blir mye påvirket av disse faktorene, og det er derfor viktig å være klar over dette når en diskuterer nivået på "riktig" fosforgjødsling.

Normtallene for fosforgjødsling til hodekål bør fortsatt være 3,0 kg. Derimot kan det i svært mange tilfeller være aktuelt med en nedjustering til 2,0-2,5 kg per dekar på jord som inneholder mye fosfor. Det synes også klart at minimums- gjødslinga bør være 1,0-1,5

kg per dekar. En kan anta at tilsvarende er aktuelt også for de andre kålvekster. I enkeltforsøk i brokkoli på Apelsvoll fikk en ingen signifikant effekt på hodeavling eller vekt per hode ved økt fosforgjødsling.

Fosforinnholdet i jorda, uttrykt som P-AI, viser en beskjeden økning på leddene som fikk fosfor, i gjennomsnitt + 0,5 enheter, men en svak nedgang på 0-leddet (-0,3). På leddet med sterkest P-gjødsling økte P-AI med 1,0-2,0 enheter. Det vil med andre ord gå lang tid uten fosforgjødsling før fosforinnholdet i jorda går ned, sjøl ved dyrking av vekster som bortfører ca. 4 kg fosfor med avlinga.

Fosformengder og tilføringsmåter i kepaløk

Det er i løpet av siste tre år blitt gjennomført 9 forsøk etter samme plan der følgende mengder fosfor ble brukt: 0, 3, 6 og 9 kg per dekar. Disse ble tilført på to ulike måter, som radgjødning eller som breigjødsling før setting av løken. I tillegg var det med et ledd med fullgjødning 11-5-18 (4,5 kg fosfor/dekar). Denne ble gitt som radgjødning. Forsøksstedene har vært GA-FA, Forsøksringen SørØst og Bioforsk Landvik. Enkeltfelt har lagt på jord med P-AI rundt 10, mens de aller fleste på jord med langt høyere fosforinnhold (P-AI= 30-35). De fleste feltene hadde pH rundt 6,0.

Kepaløk gir positivt avlingsutslag for god fosforgjødsling, spesielt av stor løk

Andel stor løk er svært viktig for produsenten, da denne normalt betales vesentlig bedre en 'middels-løk'. Tidligere forsøk har vist at andel stor løk øker med økende fosforgjødsling og ved å plassere fosforet i stripe (Stubhaug 2007 og Stubhaug & Erøy 2008). Det kan se ut til, sjøl om resultatene ikke er statistisk sikre, at en oppnår avlingsøkning ved å gi fosforet i stripe opp til 6 kg P/da der fosforinnholdet i jorda er lågt, men ikke så store utslag ved høyere fosforinnhold i jorda. En rimelig forklaring på dette er at når fosforinnholdet i jorda er lågt oppnår en effekt ved å plassere fosforet nær røttene, mens når innholdet er 5-6 ganger høyere, eller det blir gitt store fosformengder som breigjødsling, er dette mindre viktig. Det var kun på et av feltene en oppnådde sikre utslag for fosforgjødsling i totalavlinga. Avlingen på 0-leddet på de andre feltene var rett nok lågere enn fosforledene, med utslagene var ikke statistisk sikre.

Tema fosforgjødsling til kepaløk er vanskelig, og det er særdeles vanskelig å oppnå enstydige forsøksresultater, og spesielt vanskelig å vise til signifikante

utslag når en skal gjøre beregninger for flere forsøk. Men ut fra gjennomsnittstallene, og en gjennomgående tendens over flere år, kan en likevel konkludere med at kepaløk gir god respons på fosforgjødsling, spesielt i avling stor løk. Dette er også blitt bekreftet av forsøk utenom denne forsøksserien, blant annet i forsøk gjennomført på Apelsvoll 2008 av Hugh Riley (ikke publisert). Det var en klar nedgang i totalavling på ledd med mindre enn 3 kg P per dekar, og avlingen stor løk var størst og viste minst variabilitet ved de høyeste P-gjødslingsnivåene. Det vises ellers til resultatene omtalt i Stubhaug & Erøy (2008).

Reduksjon til kulturer dyrket på plast

Her er det først og fremst snakk om ulike salatkulturer. Det meste av disse blir fortsatt dyrket på sort plast, og ofte på den beste grønnsaksjorda. I tillegg til at fosforinnholdet gjerne er høyt vil jordtemperaturen under platen være høy, noe som er med å gjøre fosforet lett tilgjengelig for plantene. Sjøl om forsøk viser at fosforinnholdet i selve hodene blir noe lavere der en kutter helt ut fosforgjødslinga, har en ikke fått utslag verken på avling, hodestørrelse eller friskhet. Det ser med andre ord ut til at salat, sommerhold, vil være en aktuell kultur der en kan senke fosfornormene.

Økonomisk utslag ved for sterk reduksjon av gjødselmengder

Da grønnsaker generelt er "kostbare kulturer", i den forstand at avlingen representerer høy verdi, bør en generelt være noe forsiktig med å redusere gjødselmengdene for mye. I kålvekster representerer en økt gjødslekostnad på 300 kroner per dekar kun 1-2 prosent av avlingsverdien. Det vil derfor være spesielt viktig å legge arbeid i god gjødslingsplan, godt utstyr og nøyaktig spredning.

Referanser

- Dragland, S. 1984. Fosforgjødsling til kepaløk. Gartneryrket 74:192-194.
- Henriksen, K. 1982. Startgjødning til kepaløk. Statens Plan-teavlsforsøg Medd. nr. 1692. 4 s.
- Stubhaug, E. 2007. Fosforgjødsling til kepaløk og kålvekster. Bioforsk FOKUS 2(1):152-153.
- Stubhaug, E. & Å.B. Erøy. 2008. Fosforgjødsling til kepaløk og kålvekster. Bladgjødning med fosfor. Bioforsk FOKUS 3(1):30-31.

Virkning på plantevekst og utvaskingsrisiko av ulike typer organisk gjødsel basert på restprodukter

Organiske gjødselslag som kjøttbeinmel, biorest av matavfall, matavfallskompost, hydrolysert lakseprotein og blautgjødsel har forskjellig virkning som N- og P-gjødsel, og varierende risiko for utvasking. Når mesteparten av nitrogenet er i organisk form i utgangspunktet, er det liten risiko for at det blir store konsentrasjoner av utvaskbart nitrogen. Det er påvist økt utvasking av fosfor ved bruk av biorest og husdyrgjødsel i forhold til bruk av Fullgjødsel®.

Trond Knapp Haraldsen¹ og Gunhild Børtnes²

¹Bioforsk Jord og miljø, ²Bioforsk Øst

trond.haraldsen@bioforsk.no

Siden prisen på mineralgjødsel har økt mye i det siste året, er interessen for å utnytte ulike typer organisk gjødsel økende. I forskningsprogrammet "Recycling organic waste - effects on soil quality, plant nutrient supply and environmental impact" har det vært gjennomført flere undersøkelser av gjødselvirkingen av ulike organiske restprodukter.

N-opptak og N-utvasking

Restprodukter av animalsk opprinnelse som kjøttbeinmel, laksemel eller hydrolysert lakseprotein inneholder mye organisk nitrogen (proteiner og aminosyrer), som er lett nedbrytbare i jord og det frigjøres mineralisk N som plantene kan utnytte. Så lenge en tilfører organisk gjødsel i mengder som er tilpasset i forhold til planteopptak, blir det svært lite utvasking av nitrogen og stort opptak i plantene (Trøite 2007). Derimot fant Trøite (2007) at utvaskingen økte fra 1,3 kg N/daa ved 8 N/daa Fullgjødsel til 4,4 kg N/daa med 16 kg N/daa Fullgjødsel. Helgjødsel (mineralgjødselberiket hønsegjødsel) ga en utvasking på 1,5 kg N/daa ved 16 kg N/daa. I en vekstsesong med mye nedbør blir nitrogenet bedre beskyttet mot utvasking når mye av nitrogenet foreligger i organisk form. Dette ga seg tydelige utslag i forsøk med organisk gjødsel på Kise i 2007, da det var mye mer nedbør enn normalt både i juli og august. Da ble det oppnådd større avling ved tilførsel av 8 kg N/daa i kjøttbeinmel eller biorest til hodekål og rødbeter enn ved bruk av Fullgjødsel® 11-5-18 mikro. Til hvete, derimot, ga Fullgjødsel® 11-5-18 større avling enn kjøttbeinmel eller biorest. Det kan hende at forskjellen har sammenheng med at hvete har kortere vekstsesong enn

hodekål og rotvekster, slik at den ikke ble berørt av utvasking sent i veksttida. Dersom kjøttbeinmel spres om høsten, vil mineraliseringen raskt komme i gang og utvasking av nitrogen og til dels også fosfor vil skje fordi næringsstoffene frigjøres på en tid som det ikke er noe plantevekst (Jeng & Vagstad 2008). Av den grunn ga høstgjødsling med kjøttbeinmel til høsthvete ingen avlingsøkning (Haraldsen *et al.* 2004).

Biorest etter anaerob behandling av matavfall har høy konsentrasjon av ammonium-N, og NH₄-N utgjør ofte 60-75 % av total-N. Blautgjødsel og gylle inneholder også en høy andel ammonium-N, om lag 60 % av total-N. Når det unngås tap av ammonium-N som ammoniakk ved spredning av biorest, kan en oppnå like stor avling når en bruker like mengder mineralisk N i flytende biorest og i Fullgjødsel® (Andersen 2008). Andersen (2008) undersøkte avling av bygg og utvasking av N og P etter tilførsel av kalksalpeter, Fullgjødsel® 21-4-10, flytende biorest, nitrifisert biorest (av samme opphav som flytende biorest), biorest og kjøttbeinmel (50 % av N i hver), blautgjødsel fra storfé og hurtigkompostert, tørket matavfall. Det ble mindre N-utvasking ved bruk av biorest, både 8 og 16 kg N/daa, enn ved bruk av samme mengder N i Fullgjødsel. Andersen (2008) fant mye mindre utvasking ved tilførsel av Fullgjødsel® enn Trøite (2007), bare 1 kg N/daa ved tilførsel av 16 kg N/daa. Andersen (2008) fant at kalksalpeter og nitrifisert biorest ga stor N-utvasking. Disse leddene hadde fosforbegrenset vekst, og hadde overskudd av nitrat-N i jorda som lett ble vasket ut ved utvasking ved Zadoks 14. Bruk av 8 kg N/daa som kalksalpeter ga en utvasking

på drøyt 3 kg N/daa, mens over halvparten av den tilførte N-mengden ble vasket ut ved tilførsel av 16 kg N/daa som kalksalpeter. Ved tilførsel av 16 kg N/daa som nitrifisert biorest, ble det vasket ut om lag 4,5 kg N/daa. Når nitrogenet forelå som organisk N og til dels ammonium-N, ble det tapt mindre enn 0,5 kg N/daa ved utvasking (Andersen 2008). For å oppnå den gunstige effekten av liten utvasking som både Trøite (2007) og Andersen (2008) har påvist, må en bruke organisk gjødsel som enten inneholder mye ammonium-N eller raskt mineraliserbart organisk N i passende mengder i forhold til plantenes behov.

P-opptak og P-utvasking

Trøite (2007) fant ingen sikre utslag på økt fosforutvasking av noen av gjødseltypene som ble undersøkt (Fullgjødsel® 21-4-10, kjøttbeinmel, laksemel, hydrolysert lakseprotein, hønsegjødsel, helgjødsel basert på hønsegjødsel). Andersen (2008) brukte samme metodikk som Trøite (2007) og fant at blautgjødsel og flytende biorest ga økt fosforutvasking sammenlignet med Fullgjødsel® 21-4-10. Tilført mengde fosfor var størst med bruk av blautgjødsel, mens det ble størst P-utvasking med flytende biorest. En betydelig andel av fosforet som ble vasket ut etter tilførsel av 16 kg N/daa i flytende biorest var ortofosfat. Opptaket av fosfor i kornet var likt ved gjødsling med Fullgjødsel

og flytende biorest, om lag 1 kg P/daa. Tilførsel av kjøttbeinmel og biorest (50 % av N i hver) førte til betydelig opphopning av P-AL i jorda, men ga ingen økt P-utvasking sammenlignet med for eksempel tilførsel av Fullgjødsel®. Opptaket av P i kornet med biorest og kjøttbeinmel (50 % av N i hver) var lavere enn ved tilførsel av biorest alene, men det kan ha sammenheng med at kombinasjonen av kjøttbeinmel og biorest ga kaliumbegrenset vekst (Andersen 2008).

Referanser

- Andersen, U. 2008. Veksthusforsøk med ulike organiske gjødselprodukter i bygg. Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap, Masteroppgave. 60 s.
- Haraldsen, T.K., A. Jeng, A. Grønlund, P.A. Pedersen, P.O. Lindemark, H. Solberg & A. Vagle 2005. Kjøttbeinmel som nitrogen og fosforgjødsel. Resultater fra kar- og markforsøk i 2003 og 2004. Jordforsk rapport 10/05. 21 s.
- Jeng, A.S. & N. Vagstad 2008. Potential nitrogen and phosphorus leaching from soil fertilized with meat and bone meal. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*. DOI: 10.1080/09064710802024164
- Trøite, T.S. 2007. Kjøttbeinmel som gjødsel i økologisk korndyrking. Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap. Masteroppgave. 60 s.

Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra 2008 og 2007

Bioforsk Jord og miljø har i 2007 og 2008 fått midler over "Handlingsplanen for Plantevernmidler" til å overvåke grunnvann for å kartlegge "de viktigste grunnvannsressursene i Norge som potensielt kan være påvirket av sprøytemidler". Her presenteres resultatene fra 2008, men resultatene fra 2007 er også sammenlignet.

Gro Hege Ludvigsen, Annelene Pengerud, Paul Akerød, Jens Kværner og Geir Tveiti
Bioforsk Jord og miljø
gro-hege.ludvigsen@bioforsk.no

Prøvetaking av grunnvann

Det ble i 2007 valgt ut 9 prøveområder, i 2008 ble brønner med funn i 3 av de "gamle" prøveområdene fortsatt overvåket, mens det ble valgt ut 6 nye områder. Prøveområdene ligger i 6 vannregioner med Trøndelag som det nordligste. I hvert område er 3-9 brønner prøvetatt. For begge år er til sammen er 84 forskjellige brønner undersøkt, hovedsakelig drikkevannsbrønner, samt 3 mindre vannverk med vannforsyning til <90 personer. Det ble også tatt prøver i to dødisgrøper der grunnvannet står i dagen. I 2008 og 2007 ble det tatt prøver i hhv 51 og 46 brønner. 13 brønner er prøvetatt begge år. Brønner der det ikke var funn i de to første prøvene ble prøvetatt bare vår og sommer. Brønner med funn ble prøvetatt også en tredje gang om høsten.

Til sammenligning opererer Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) med om lag 700 kartlagte

grunnvannsressurser i Norge (Kilde: NVEs årsrapport 2005). Det er altså et svært begrenset utvalg av norske grunnvannsressurser som ble prøvetatt.

Prøvene ble analysert for pesticider med metodene GC-Multi M60 og GC/MS-Multi M15. Disse metodene innebærer at det er analysert for 60 pesticider + en del metabolitter av pesticider. I en del brønner ble det også analysert for ETU- et nedbrytningsprodukt av soppmidlet mankozeb. Deteksjonsgrensen for det enkelte middel varierer, men er mellom 0,01 og 0,05 µg/l. I tillegg ble pH og konduktivitet målt, og det ble analysert for nitrat og ammonium. Dette ble gjort for å få mer informasjon om vannkvaliteten generelt og dannet et bredere grunnlag for å tolke sammenhenger med eventuelle funn av pesticider. Nitrat i grunnvann er også relevant i forhold til Vannrammedirektivet.

Resultater

I 2008 ble det totalt tatt ut 127 prøver som alle

Tabell 1. Resultater fra grunnvannsovervåkingen i 2008.

Sted	Brønner Antall	Brønner med funn		Multi- analyser Antall	Prøver med funn		Antall > Grense- verdien
		Antall	Prosent		Antall	Prosent	
Klepp *	5	4	80	14	7	50	0
Grue *	4	0	0	8	0	0	0
Gardermoen *	4	1	25	8	2	25	0
Grimstad	6	4	67	16	7	44	5
Larvik	4	2	50	10	4	40	2
Nordal	5	2	40	12	2	17	1
Råde	9	5	56	23	9	39	1
Nesodden	6	3	50	15	4	27	0
Overhalla	8	5	63	21	13	62	6
Totalt	51	26	51	127	48	38	15

* Brønnene ble også overvåket i 2007

ble analysert med multimetoder. Resultatene fra lokalitetene er gjengitt i tabell 1 og 2. Det var bare ett område (Grue i Solør) som ikke hadde funn av pesticider i 2008. Disse brønnene hadde funn i 2008. I alle andre områder ble det påvist pesticider.

Antall områder med funn varierer, men av de 51 brønnene som ble undersøkt, ble det påvist pesticider i 26 brønner (51 %). Totalt ble det gjort 73 enkeltfunn fordelt på 21 forskjellige pesticider og 3 metabolitter (nedbrytningsprodukt), til sammen 23 forskjellige stoff. Av ugrasmidler ble simazin (10), bentazon (10), atrazin (6), MCPA (4), mekoprop (2), propaklor (2), metribuzin (2), aklonifen (1), 2,4-D (1) og diklorprop (1) påvist. Det er også påvist BAM (8, metabolitt av ugrasmidlet diklobenil) og atrazin-desetyl (2, metabolitt av atrazin). Simazin, atrazin og diklobenil er ikke lenger tillatt brukt i Norge. Funnene av disse midlene skyldes trolig rester i jorda fra bruk lenger tilbake i tid. De påviste soppmidlene var metalaksyl (8), propikonazol (5), fenpropimorf (2), kresoksim (1), pyrimetamil (1), azokystrobin (1), tebukonazol (1), prokloraz (1) og tiabendazol (1). Det er også påvist en metabolitt av trifloksystrobin (2). Alle soppmidlene bortsett fra tebukonazol og tiabendazol er tillatt brukt i Norge i dag. Det ble påvist 2 insektmidler; fentrotion (1) og dimetoat (1). Fentrotion er ikke lenger tillatt brukt. De fleste funnene var i lave konsentrasjoner, men 15 funn (10 ugrasmidler og 5 soppmidler) overskred grenseverdien for pesticider i drikkevann.

Konsentrasjoner av nitrat (NO₃-N) og ammonium (NH₄-N) ble vurdert i forhold til grenseverdier for drikkevann (tabell 2). Det er mange prøver som ligger tett opp mot grenseverdien for nitrat. Vi sam-

menliknet derfor også verdiene med tidligere utgitte kvalitetsnormer for drikkevann. Nitratverdier mellom 2,5-10 mg/l regnes som "mindre god drikkevannskvalitet". For ammonium regnes resultater mellom 0,08-0,5 som "mindre god drikkevannskvalitet".

Tre områder (Klepp i Rogaland, Gardermoen i Akershus og Råde i Østfold) hadde overskridelser av grenseverdien for nitrat i drikkevann. I tillegg var det mange lokaliteter hvor nitratverdiene var under grenseverdien, men i området "mindre god". To områder (Råde i Østfold og Overhall i Nord-Trøndelag) hadde en overskridelse av grenseverdien for ammonium. Det var fire lokaliteter til der verdiene for ammonium var i området "mindre god".

Konklusjon

Det ble gjort relativt sett flere påvisninger i 2008 sammenlignet med 2007. I 2007 var det funn i 27 % av prøvene, mens det i 2008 var funn i 35 %. I 2007 ble det påvist 10 midler, mot 23 i 2008. Det ble også påvist flere midler over grenseverdien for drikkevann, (6 % av prøvene i 2007 og 27 % av prøvene i 2008). I 2007 ble det ikke påvist pesticider i lokalitetene; Lærdal i Sogn og fjordane, Øyer i Gudbrandsdalen og Melhus i Sør-Trøndelag. På bakgrunn av dette, gikk vi i 2008 bort fra å undersøke grunnvann i dalfører der grunnvannet har tilsig fra store utmarksarealer. Resultatene fra grunnvannsovervåkingen viser at det påvises pesticider i grunnvann i jordbruksområder, men at konsentrasjonene som oftest er lave. I områder der jordbruksarealene utgjør en betydelig andel av totalarealet og det brukes pesticider, er det fare for påvirkning av grunnvannet. Mange private drikkevannsbrønner i jordbruksområder har dårlig vannkvalitet med hensyn på innhold av nitrat.

Tabell 2. Resultater 2008, antall brønner med påvisninger over grenseverdier og i området mindre god vannkvalitet.

	Analyser	Brønner	NO ₃ > grensev.	NO ₃ mindre god	NO ₃ Tot	NH ₄ > grensev.	NH ₄ mindre god	NH ₄ Tot
Klepp	14	5	2	3	5	0	0	0
Grue	8	4	0	4	4	0	2	2
Gardermoen	8	4	1	0	1	0	1	1
Grimstad	16	6	0	1	1	0	1	1
Larvik	10	4	0	3	3	0	0	0
Nordal	12	5	0	0	0	0	0	0
Råde	23	9	1	0	1	1	2	3
Nesodden	15	6	0	2	2	0	0	0
Overhalla	21	8	0	5	5	1	2	3
Totalt	127	51	4	18	22	2	8	10

Lavdosemidler - en miljørisiko?

I 2007-2008 utførte vi den første kontrollerte feltstudien av avrenning av lavdosemidler fra felt i Norge. Utlekking av lavdosemidler i jordsøyler i laboratoriet ble også undersøkt. En svært sensitiv metode for analyse av lavdosemidler i vannprøver med analyseinstrumentet LC-MS/MS ble utviklet for å vurdere om lavdosemidler utgjør en miljørisiko i norsk korndyrking.

Marit Almvik¹, Gunnhild Riise², Randi Bolli¹, Agnethe Christiansen¹, Sven Roar Odenmarck¹, Trond Børresen² og Cathrine Waage Tveit³
¹Bioforsk PlanteHelse, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap, ³Mattilsynet
marit.almvik@bioforsk.no

Om lavdosemidler

Lavdosemidler (sulfonyleurea herbicider) er en betegnelse for ugrasmidler som brukes i svært lave doser (0.3 - 4 g/dekar). Siden de første lavdosemidlene kom på markedet i Norge i 1984, har midlene i stor grad erstattet de tradisjonelle ugrasmidlene (for eksempel fenoksyryrer) i norsk korndyrking. I perioden 2003-2005 ble lavdosemidler brukt på 74 % av kornarealene i Norge, og bruken er økende.

Lavdosemidlene har høy mobilitet og høy risiko for utlekking til grunnvann og vassdrag, men bruk i lave doser gjør at de er vanskelige å fange opp i miljøovervåkningsprogram. Lavdosemidlene brytes dessuten så raskt ned at man har antatt at stoffene ikke utgjør noen risiko for vannmiljøet. Mangel på sensitive analysemetoder kan imidlertid også være en årsak til at stoffene hittil ikke har vært påvist i vannprøver i Norge. Lavdosemidler har vist seg lite giftige for mennesker og dyr, men er giftige til svært giftige for alger og vannlevende planter. Det er gjort svært få feltstudier av lavdosemidlenes skjebne i miljøet og det er derfor viktig og nødvendig å skaffe seg mer kunnskap om disse stoffenes spredning i miljøet og da særskilt til vannmiljøet.

Prosjektet har vært initiert og finansiert av Mattilsynet, mens laboratorieforsøk og analyser har foregått ved Bioforsk PlanteHelse og feltforsøk på UMBs forsøksfelt på Syverud i Ås. Resultatene fra prosjektet er presentert i sin helhet i Almvik *et al.* (2008).

Utvikling av svært sensitiv analysemetode på LC-MS/MS

Analyser av lavdosemidler i norske vannprøver har tidligere blitt utført ved Miljø Kemi i Danmark fordi analysemetode har manglet i Norge. Miljø Kemi har

operert med kvantifiseringsgrenser på 10 ng/L. I dette prosjektet ble en analysemetode for tribenuronmetyl, amidosulfuron, metsulfuronmetyl, jodsulfuronmetyl og metabolittene INL5296 og INA4098 etablert på LC-MS/MS ved Bioforsk PlanteHelse. Metoden gav en kvantifiseringsgrense på 0,25 ng/L for morstoffene. Prøveopparbeidelsen av vannprøver inkluderte oppkonsentrering på fast fase kolonner med Strata X sorbenter med en gjenvinning på 60-120% for morstoffene og 35-45% for metabolittene. Høyere gjenvinning kan oppnås for metabolittene ved å bruke en annen type sorbent (Lichrolute EN).

Lavdosemidlene viser mobilitet i jordsøyler

Kontrollerte transportstudier av plantevernmidler i jordsøyler i laboratoriet kan gi en god indikasjon på mobiliteten og forurensningsrisikoen av plantevernmidler. Laboratoriestudier er mindre ressurskrevende enn feltforsøk og kan brukes for å kartlegge mange flere lavdosemidler enn man har mulighet for i felt. Slike søyleforsøk i laboratoriet bør imidlertid alltid følges opp med feltforsøk for de stoffene som viser seg å ha høyest utlekkingsrisiko, da forsøksbetingelsene i laboratoriet aldri kan bli identisk med forhold i felt.

Vi utførte transportstudier i 45 cm lange jordsøyler med sikta jord fra Syverudfeltet. Jorda i søylene ble fylt sjiktvis (0-10, 10-25 og 25-45 cm). De tre lavdosemidlene tribenuronmetyl, amidosulfuron og jodsulfuronmetyl, samt metabolitten INA4098, som er en metabolitt av både tribenuronmetyl og metsulfuronmetyl, ble undersøkt. Lavdosemidlene ble tilsatt jordoverflaten i søylene i doser tilsvarende de normale arealdosene i felt. Søylene ble deretter tilført vann tilsvarende et nedbørsregime på 280 mm over 48 timer.

Ved analyse av vannprøver som hadde drenert gjennom søylene, ble amidosulfuron og jodsulfuronmetyl påvist i konsentrasjoner på hhv. 0,020 og 0,005 µg/L totalt. Dette tilsvarer 0,009 % av tilsatt amidosulfuron og jodsulfuronmetyl. Tribenuronmetyl ble også påvist, i mengder tilsvarende 0,005 % av tilsatt tribenuronmetyl. Resultatene for tribenuronmetyl er det knyttet en viss usikkerhet til, da dette pesticidet også ble påvist i vann fra en jordsøyle hvor stoffet ikke ble tilført. Årsaken til dette funnet er ikke kjent. Utlekking av metabolitten INA4098 ble ikke påvist i studien.

Resultater fra søyleforsøkene indikerer lavere risiko for transport av lavdosemidler til grunnvann og overflatevann sammenlignet med feltstudiet. Pakkede jordsøyler mangler makroporer som er påvist i jord fra Syverudfeltet, og strømming gjennom makroporer kan være årsak til raskere bevegelse av lavdosemidler i felt- sammenlignet med søyleforsøket.

Lavdosemidlene viser mobilitet i felt

I denne delen av prosjektet ble utlekking av lavdosemidlene amidosulfuron og tribenuronmetyl undersøkt i kontrollerte ruteforsøk på Syverud i Ås. Feltet ble sprøytet i juni 2007 og vannproporsjonale prøver fra overflate- og drensavrenning fra rutene ble samlet opp jevnlig frem til februar 2008.

Både tribenuronmetyl og amidosulfuron ble gjenfunnet i vannprøvene. De høyeste konsentrasjonene ble målt i drensvann 3 uker etter sprøyting. Ved dette tidspunktet var konsentrasjonen i vannprøven over miljøfarlighetsgrensen (MFI) for amidosulfuron og like under MFI for tribenuronmetyl. Nedbrytingsprodukter av tribenuronmetyl ble også påvist i forsøksperioden. Riise *et al.* har i herværende publikasjon en utfyllende presentasjon av feltforsøket på Syverudfeltet og det henvises til denne for øvrig informasjon.

Konklusjon

Med tilstrekkelig oppkonsentrering av vannprøver og en analysemetode med god sensitivitet har vi vist at det er mulig å påvise lavdosemidler i vannprøver ned til en konsentrasjon på 0,25 µg/L. Laboratorie- og feltforsøk med lavdosemidlene tribenuronmetyl, amidosulfuron og jodsulfuron viste at stoffene er mobile i en representativ korndyrkjingsjord, og at konsentrasjonen i jordvannet kan overstige miljøfarlighetsgrensene. Risiko for avrenning av lavdosemidler er størst ved intensive nedbørsepisoder den første måneden etter sprøyting. For at lavdosemidlene skal utgjøre en risiko for vannmiljøet, må de transporteres fra kornfeltet til overflatevann eller grunnvann. En fortynning av lavdosemidlene nedstrøms feltene vil imidlertid kunne redusere konsentrasjonen av stoffene til verdier under miljøfarlighetsgrensen.

Våre forsøk viser at lavdosemidler er mobile og kan transporteres bort fra et kornfelt både ved overflateavrenning og ved drensavrenning. Videre arbeid bør omfatte en utvidelse av analysemetoden til å omfatte alle lavdosemidler i bruk i Norge. Det er behov for ytterligere undersøkelser av lavdosemidlers transport fra felt til nærliggende bekker/overflatevann og grunnvann for å bekrefte om lavdosemidlene kan utgjøre en miljørisiko i vannmiljøet.

Referanse

Almvik, A., G. Riise, R. Bolli, A. Christiansen, S. V. Odenmarck, T. Børresen & C.W. Tveit, 2008. Transport of sulfonyleurea herbicides from a barley field in Norway: Field and laboratory studies. Bioforsk Rapport 3(105). 57 pp.

Utgjør lavdosemidler en risiko for vannmiljøet? Avrenning av lavdosemidler fra et kontrollert feltstudie i sør-øst Norge

Til tross for at lavdosemidler har blitt brukt som ugressmidler i korndyrkning i snart 30 år, har få feltstudier undersøkt avrenning av disse stoffene. Lavdosemidler benyttes i lave doser og brytes raskt ned. Risiko for avrenning til vannmiljøet har derfor antatt å være minimal. Dette studiet er det første kontrollerte feltstudiet av avrenning av lavdosemidler fra et kornområde i Norge.

Gunnhild Riise¹, Trond Børresen¹, Marit Almvik², Randi Bolli², Agnethe Christiansen², Sven Roar Odenmarck² og Cathrine Waage Tveit³
¹Universitet for miljø og biovitenskap, ²Bioforsk Plantehelse, ³Mattilsynet
gunnhild.riise@umb.no

Innledning

Lavdosemidler av typen sulfonylurea anvendes i store deler av verden for å kontrollere vekst av ugrass. Lavdosemidler er aktive ved lave doser, og er antatt å brytes raskt ned. Sulfonylurea midlene er svake syrer, og er ofte på anionisk form, noe som kan medføre rask mobilitet i jord avhengig av pH, innhold av organisk materiale og gjeldene nedbrytningsforhold.

Ved å gjennomføre feltforsøk i liten skala, slik som i ruteforsøk, er det mulig å studere avrenning av plantevernmidler under kontrollerte forsøksbetingelser, samtidig som forsøksrutene er eksponert for naturlige klimaforhold. Viktige målsetninger ved feltforsøket har vært å:

- Påvise eventuell avrenning av lavdosemidler fra et kornfelt
- Undersøke transportveier av lavdosemidler - hvor viktig er drensavrenning sammenlignet med overflateavrenning for tap av lavdosemidler?
- Påvise eventuelle nedbrytningsprodukter av lavdosemidlene, og endringer med tiden (persistens)
- Kvantifisere potensiell avrenning av lavdosemidlene, inklusiv nedbrytningsprodukter, fra et kornfelt

Utfyllende informasjon om forsøket er gitt i Almvik *et al.* 2008.

Metodikk

Feltforsøket ble gjennomført på Syverud, lokalisert på østsiden av Årungen, ca 4 km fra klimastasjonen på Ås (Søråsjordet). Forsøksrutene er 27 m lange og 7 m brede, og har en helning på ca 13 %. På grunn

av høy aggregatstabilitet og infiltrasjonskapasitet, er jorda lite utsatt for erosjon. Med unntak av perioder med ekstrem vannføring, er jordtapet fra feltene generelt lavt. Drensgrøfter ble anlagt for mer enn 40 siden, så de fysiske forholdene er stabile.

Forsøksrutene som ble anvendt i forsøket blir pløyd både høst og vår. Sprøyting av feltet foregikk 7. juni 2007, hvor rutene ble sprøytet med 58,2 g/ha a.i. av amidosulfuron (Gratil) og 9,1 g/ha a.i. av tribenuron-metyl. For å følge vanntransporten, ble 100 kg KBr/ha tilført samtidig med lavdosemidlene.

Overflate- og drensavrenning fra rutene blir registrert ved hjelp av et vippekar som kontinuerlig logger data med 5 min. oppløsning. Vannproporsjonale prøver ble tatt av både overflatevann og drensvann. Analyser av amidosulfuron, tribenuron-metyl og nedbrytningsproduktene metsulfuron, INL5296 og INA4098 ble foretatt på Bioforsk - Plantehelse (Almvik *et al.* 2009), og av stofftransport og bromid på UMB, IPM.

Resultater og diskusjon

Den undersøkte perioden mottok mer nedbør enn normalt. I perioden 1. juni 2007 - 31. januar 2008, mottok Ås området 886 mm, som er 223 mm enn normalverdien på 666 mm (1960-1990). Spesielt var sommermånedene juni og juli nedbørrike, med 271 mm sammenlignet med en normalverdi på 149 mm. Høstperioden august-oktober var relativt tørr, mens november, desember og spesielt januar var svært nedbørrik (176 mm mot normalt 49 mm).

På grunn av stor infiltrasjonskapasitet og makroporestrømning, går store deler av vannstrømmen gjennom

drenssystemet. Drensavrenning dominerer derfor klart over overflateavrenning. De våte sommermånedene ga noe overflateavrenning, men først i desember måned var nedbørsoverskuddet stort nok til å få overflateavrenning av betydning.

Både amidosulfuron og tribenuron-metyl ble målt i overflate- og drensavrenning i konsentrasjoner godt over deteksjonsgrensen. De høyeste konsentrasjonene ble registrert ved første avrenningsepisode etter sprøyting, 0,31 µg/l av amidosulfuron og 0,08 µg/l av tribenuronmetyl.

Begge lavdosemidlene infiltrerte jorda raskt og fronten passerte feltet gjennom drenssystemet i løpet av tre uker. Transport av lavdosemidler gjennom drens vannet var langt viktigere enn gjennom overflateavrenningen. Dette har sammenheng med lavdosemidlenes høye mobilitet, og at vannet i stor grad forlater feltet i form av drensavrenning.

For tribenuronmetyl ble det, i tillegg til morstoffet, målt nedbrytningsprodukter i både overflate- og drensavrenning. I drensavrenningen, ble de høyeste konsentrasjonene av nedbrytningsproduktene registrert ved første avrenningsepisode etter sprøyting, slik som for morstoffet. I den første delen av avrenningsperioden dominerte morstoffet, hvorpå det gradvis skjedde en økning i forholdet mellom nedbrytningsprodukt og morstoff. For overflateavrenningen ble det registrert et annet nedbrytningsforhold. I overflateavrenningen var konsentrasjonen av nedbryt-

ningsproduktet alltid høyere enn for morstoffet. Tilsvarende høyere nedbrytningshastighet i øvre jordlag kan ha sammenheng med større mikrobiell aktivitet og mer effektiv hydrolyse av morstoffet på grunn av lavere pH i øvre sammenlignet med dypere jordlag.

På grunn av stor avrenning i vintermånedene, desember - januar, skjedde den største fluksen av nedbrytningsprodukter i denne perioden. Et mildt vinterklima med stor avrenning kan derfor potensielt fremme større avrenning av nedbrytningsprodukter sammenlignet med kalde vintre med frossen jord.

Om lag 0,1 % av amidosulfuron og 0,2 % av tribenuronmetyl forlot feltene gjennom avrenning, hvor drensavrenning klart dominerte. Hvis nedbrytningsprodukter også inkluderes, utgjør tapet av tribenuronmetyl gjennom avrenning 0,4 %.

Feltstudiet viser klart at lavdosemidler har stor evne til å infiltrere jorda, til dypere jordlag hvor nedbrytningen går saktere og persistensen av morstoffet er lenger sammenlignet med øvre jordlag.

Referanser

- Almviik, A., G. Riise, R. Bolli, A. Christiansen, S.R. Odenmarck, T. Børresen & C.W. Tveit. 2008. Transport of sulfonylure herbicides from a barley field in Norway: Field and laboratory studies. Bioforsk Rapport 3(105) 57 pp.
- Almviik, A., G. Riise, R. Bolli, A. Christiansen, S.R. Odenmarck, T. Børresen & C.W. Tveit. 2009. Lavdosemidler - en miljørisiko? Bioforsk FOKUS 4(2):52-53.

Sprøyting etter behov med kamerastyrt åkersprøyte

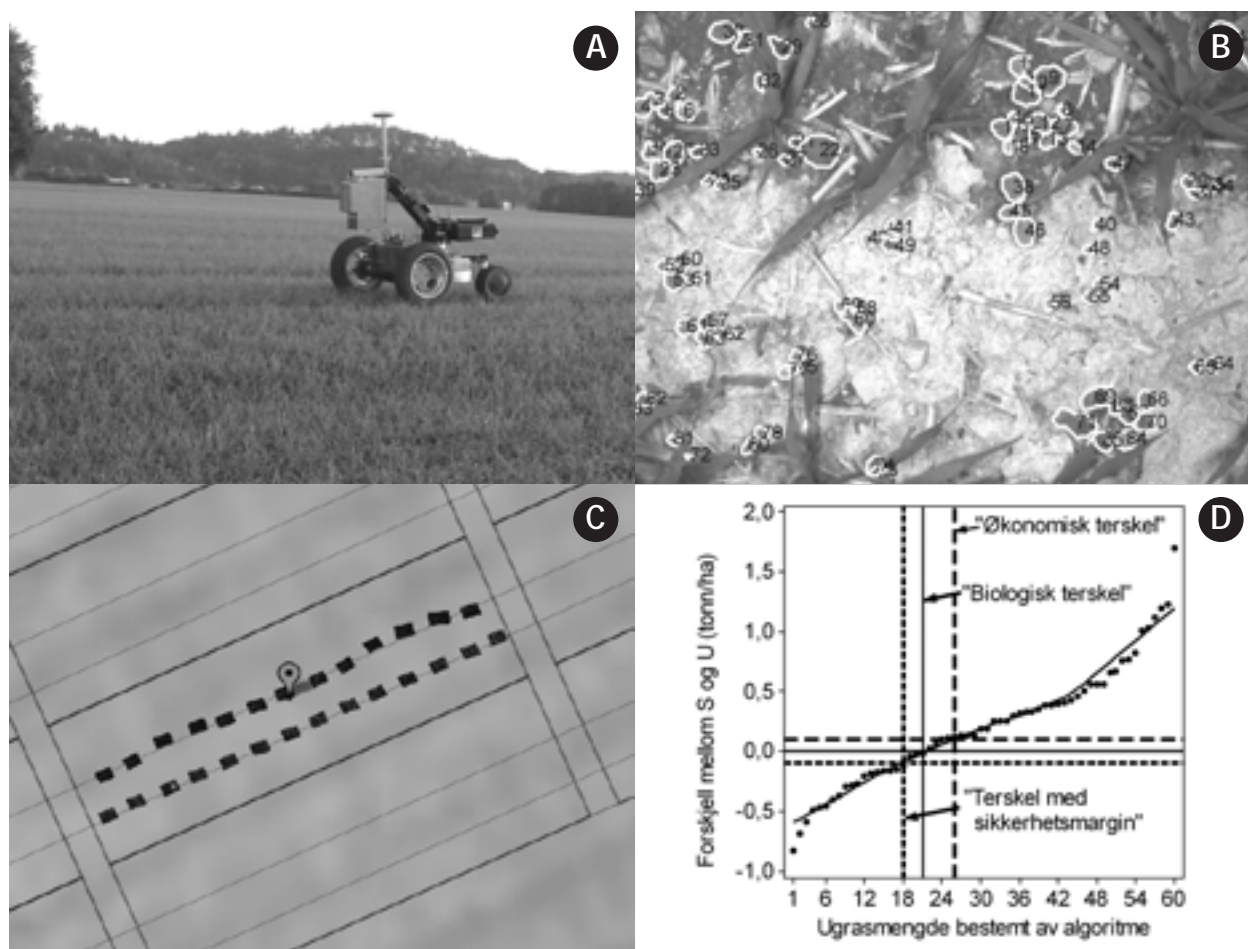
Ugras vokser ofte flekkvis og sprøyting gir ikke meravling i alle deler av kornåkeren. Derfor er sprøyting etter behov, eller flekksprøyting, en god løsning. For å praktisere flekksprøyting er kamerabasert styring av åkersprøyta nødvendig. Foredraget gir innblikk i et KMB prosjekt som utvikler kamerabaserte skadeterskler for flekksprøyting av frøugras i korn.

Therese With Berge¹, Jan Netland¹, Marit Helgheim¹, Kjell Wærnhus¹, Asbjørn Berge², Sigmund Clausen², Kristin Kaspersen², Steve Goldberg³, Øyvind Overskeid³ og Trygve Stølan⁴

¹Bioforsk Plantehelse, ²SINTEF Informasjons- og kommunikasjonsteknologi, ³Adigo AS, ⁴Dimensions Agri Technologies AS (DAT)
therese.berge@bioforsk.no

Brorparten av plantevernmidlene som spres fra landbruket til miljøet er ugrasmidler, og korn er arealmessig en stor bidragsyter. Tidligere simuleringsstudier har vist at middelforbruket mot tofrøblada

frøugras kan reduseres med ca. 40-60 % i norsk vårkorn ved flekksprøyting med 'sprøyt/ikke-sprøyt' strategi (Berge *et al.* 2008). Andre positive effekter av 'sprøyt/ikke-sprøyt' flekksprøyting er antagelig økt



Figur 1. (A) Bilder (å ca. 0,06 m²) samles inn vha gps-styrt robot, foto: Ø. Overskeid/Adigo. (B) Ugrasdekning i bildet bestemmes automatisk av algoritme (bildeanalyseprogram) utviklet av SINTEF, foto: K. Kaspersen/SINTEF. (C) Plassering av bildene i en forsøksrute (11,25 m²). (D) Foreløpig kurve for avlingsforskjell mellom sprøyta (S) og usprøyta (U), forsøksrute versus ugrasmengde (bestemt av algoritme) og eksempel på skadeterskler.

biologisk mangfold og redusert risiko for utvikling av herbicidresistens i ugraspopulasjonene.

Mål

"Automatisk ugrasdeteksjon for presisjonsprøyting i korn" (2007-2009) skal utvikle algoritmer (bildeanalyseprogram) som automatisk anslår mengde av frøugras i korn basert på digitale bilder og utvikle operasjonelle skadeterskler for flekssprøyting.

Robot og automatisk bildeanalyse

Digitale fargebilder er tatt i vårkorn og høstvetete ved normalt sprøytetidspunkt. For å lette bildeinnsamlinga og koblinga av bilde til forsøksrutene, er kameraet montert på en gps-styrt robot, og bildetaking og posisjoner i forsøksrute samles automatisk (figur 1A og C). For automatisk bestemmelse av ugrasmengde, kornmengde og visse ugrasarter i bildene utvikler SINTEF og Adigo algoritmer som kan analysere bildene hurtig (± 1 sekund). Figur 1B viser resultat av en foreløpig algoritme. Ugrasbladene er angitt med hvite polygoner og dekningsgrad for korn og ugras er automatisk bestemt til 14 % og 5 % i dette bildet.

Skadeterskler og variable doser

Mens algoritmen må detektere enhver tilstedeværelse av klengemaure (*Galium aparine* L.), tolereres andre tofrøblada frøugras i en viss mengde før sprøyting er nødvendig. Basert på de nyutviklede algoritmene skal en matematisk sammenheng etableres slik avlingsforskjell mellom sprøyta (S) og usprøyta (U) forsøksrute kan predikeres ut fra mengde tofrøblada frøugras som målt med algoritmen (figur 1D). (Ettersom algoritmen ikke er ferdigutvikla per i dag, er modellen og x-aksens verdier i figuren kun tenkte verdier). Ut fra en slik sammenheng kan man definere "biologisk skadeterskel", dvs. ved hvilken ugrasmengde avlinga påvirkes negativt. Om man tar hensyn til kostnader til herbicid og kornpris etc., kan man beregne "økonomisk skadeterskel" (figur 1D). Pga andre negative konsekvenser enn redusert avling, for eksempel tilførsel av ugrasfrø til åkeren, kan man velge en lavere terskel ("terskel med sikkerhetsmargin"). Dette vil være terskler for en 'sprøyt/ikke-sprøyt' strategi. Prosjektet vil også foreslå variable doser. Jfr. figur 1D kan for eksempel områder med ugrasmengde mindre enn "terskel med sikkerhetsmargin" forbli usprøyta, områder med ugrasmengde mellom "terskel med sikkerhetsmargin" og "biologisk skadeterskel" få halv dose, områder med ugrasmengde mellom "biologisk skadeterskel" og "økonomisk skadeterskel" få 75 %

av normal dose, og områder med ugrasmengde over "økonomisk skadeterskel" få normal dose.

Erfaringer så langt

Foreløpig har ingen ugrasalgoritmer basert på bilde-dannende sensorer blitt kommersialisert. Flekksprøyting i tysk korn etter sprøytetekart basert på manuelle tellinger (Nordmeyer 2006; Dicke et al. 2007) eller bildeanalyse (Gerhards & Oebel 2006) synes vellykket. Med unntak av ensidig mais, medførte flekksprøyting i en 10-års periode ikke avlingsreduksjon eller økt ugrasmengde i omløp med høstkorn, mais og sukkerbete (Dicke & Krohmann 2007). Vi forventer at relativ ugrasdekning (ugrasdekning/(ugrasdekning + korndekning)) målt med den nye algoritmen vil være et godt utgangspunkt for operasjonelle skadeterskler og variable doser (jfr. Lemiex et al. 2003).

Referanser

- Berge, T.W., H.R. Cederkvist, A.H. Aastveit & H. Fykse. 2008. Simulating the effects of mapping and spraying resolution and threshold level on accuracy of patch spraying decisions and herbicide use based on mapped weed data. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Plant and Soil* 58:216-229.
- Dicke, D., R. Gerhards, A. Büchse & K. Hurlle. 2007. Modelling spatial and temporal dynamics of *Chenopodium album* L. under the influence of site-specific weed control. *Crop Prot* 26:206-211.
- Dicke, D. & P. Krohmann. 2007. Dynamics of weed populations under the influence of site-specific weed control - a 10-years study. 2nd Conference on Precision Crop Protection. Book of program and abstracts. Bonn, Germany, 10-12 October 2007.
- Gerhards, R. & H. Oebel. 2006. Practical experiences with a system for site-specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. *Weed Res* 46:185-193.
- Lemiex, C., L. Vallée & A. Vanasse. 2003. Predicting yield loss in maize fields and developing decision support for post-emergence herbicide applications. *Weed Res* 43:323-332.
- Nordmeyer, H. 2006. Patchy weed distribution and site-specific weed control in winter cereals. *Precision Agric* 7:219-231.

Veksthus, plantevernmidler og vannmiljø

Innledende undersøkelser har vist at avrenning fra veksthus kan inneholde rester av plantevernmidler og høye konsentrasjoner av næringsstoffer. Utslippene kan påvirke vannkvalitet, fisk og andre organismer i vassdrag nedstrøms veksthusene. Resultatene indikerer stor variasjon i utslippskvalitet og -mengde som følge av produksjon og vannhåndtering. Ulike tiltak kan redusere miljøbelastningen til vassdrag. Undersøkelsene er gjennomført på oppdrag fra Mattilsynet og som en del av "Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler".

Roger Roseth
Bioforsk Jord og miljø
roger.roseth@bioforsk.no

Innledning

Samlet areal av veksthus i Norge er på rundt 2000 dekar (SSB - jordbruksstillinger 1999 og 2006). Til sammenligning er samlet jordbruksareal på 10,3 millioner dekar. Veksthusarealet utgjør med dette snau 0,2 % av det totale jordbruksarealet. Veksthusproduksjonen i Norge domineres av produksjon av potteplanter og grønnsaker, hhv 45 og 35 % av veksthusarealet.

Forbruket av handelsgjødsel til samlet jordbruksareal var rundt 500 000 tonn i 2007, mens samlet forbruk av veksthusgjødsel ble anslått til 3000 tonn. Gjødsel-forbruk i veksthus utgjorde rundt 6 % av det samlede forbruket. Tilsvarende tall knyttet til bruk av plantevernmidler i veksthus var ikke tilgjengelig.

Tidligere forelå det lite informasjon om utslipp av plantevernmidler og næringsstoffer fra norske veksthus. På oppdrag fra Mattilsynet har Bioforsk utført innledende undersøkelser for å klarlegge om avrenning fra veksthus kan være en punktkilde for utslipp av plantevernmidler til vassdrag.

Metoder

I 2007 ble det tatt til sammen 29 vannprøver i bekker og drenevann nedstrøms 9 større veksthus på Østlandet, Sørlandet, Jæren og Trøndelag. I 2008 ble det tatt til sammen 50 vannprøver nedstrøms veksthus eller i drenevann fra veksthus. Prøvetakingen i 2008 omfattet velvillig samarbeid med 10 gartnerier. Alle vannprøvene har blitt tatt som manuelle momentanprøver ved å senke prøvetakingsflaska i bekk eller drenskum. Vannprøvene har blitt analysert for innhold av upolare plantevernmidler (Bioforsk plante-helse, metode M60) og næringsstoffer (Eurofins - nitrogen, totalfosfor og fosfat).

Resultater

For vannprøvene tatt ut i bekker nedstrøms veksthus i 2007 ble det funnet rester av plantevernmidler i 90 % av prøvene. Totalt ble det funnet 18 plantevernmidler, dvs. 9 soppmidler, 5 ugrasmidler og 4 insektmidler.

Seks soppmidler (cyprodinil, propikonazole, iprodion, azoxystrobin, prokloraz og vinklozilil) og 3 insektmidler (pirimikarb, diazinon og klorfenvinfos) ble funnet i konsentrasjoner høyere enn definert grense for miljøfarlighet (MF-verdi). MF-verdien indikerer fare for akutte eller kroniske gifteffekter i bekken (Ludvigsen og Lode, Bioforsk Fokus 1(3)). I tillegg ble soppmidlene pyrimetamil, iprodion og imazalil funnet i konsentrasjoner høyere enn 1 µg/l. Mange av midlene ble påvist i høyere konsentrasjoner enn funnet ved prøvetaking i bekker i JOVA-programmet. Det ble påvist midler som er faset ut av bruk og som ikke er tillatt brukt i veksthus, men disse kan stamme fra andre kilder eller skyldes utlekking av "gamle synder".

Vannprøvene med høye restkonsentrasjoner av plantevernmidler inneholdt også høye konsentrasjoner av næringsstoffer (0,8 - 7,4 mg P/l og 6 - 42 mg N/l). Resultatene fra undersøkelsene i 2007 indikerte at avrenning fra veksthus kan gi et miljøproblematisk utslipp til vassdrag, både med hensyn til plantevernmidler og næringsstoffer.

Oppfølgende undersøkelser i 2008 har omfattet samarbeid med 10 veksthusbedrifter, der det ble tatt prøver av drenevann fra veksthuset. Resultatene bekreftet at avrenning fra veksthus kan utgjøre miljøproblematisk utslipp til vassdrag og grunnvann. Det ble funnet rester av de samme midlene som angitt for 2007 samt noen til. Soppmidlene cyprodinil

og azoksystrobin ble funnet i konsentrasjoner over MF-verdien. Bladlusmidlet pirimikarb ble funnet i konsentrasjoner godt over MF-verdien gjentatte ganger. Iprodion ble påvist i en konsentrasjon over 1 µg/l. Det ble også funnet rester av midler som er faset ut av bruk, noe som kan skyldes utlekking av midler brukt tidligere. Drensvannet fra veksthusene viste stort sett høye konsentrasjoner av næringsstoffer, og maksimalt 29 mg P og 650 mg N per liter. Restkonsentrasjoner av plantevernmidler og næringsstoffer viste stor variasjon avhengig av produksjon, driftsform, vannings- og drens-system. Noen utslipp var lite miljøproblematisk. Resultatene fra disse undersøkelsene er ikke ferdig bearbeidet, og vil bli presentert nærmere i løpet av 2009.

Tiltak for bedret utslippskvalitet?

Både gartnere og Norsk Gartnerforbund har en bevissthet og et ønske om å drive en miljøvennlig veksthusnæring i Norge, noe som også vil være konkurransefremmende for norske produkter. I tillegg til bruk av klimavennlig energi er vannhåndtering og utslipp til vann er viktig.

Forbruk og utslipp av vann, gjødsel og plantevernmidler vil vise stor variasjon. Dyrking av grønnsaker som tomat og agurk krever mye vann og gjødsel, men gjennomføres normalt med integrert bekjempelse (nytteorganismer) og begrenset bruk av plantevernmidler. Normalt vannforbruk kan være 500-2000 liter vann per kvadratmeter veksthus og år, hvor mindre enn halvparten kan påregnes å gå til utslipp. Mengden som føres til utslipp vil være helt avhengig av grad av resirkulering av næringsløsning.

Ved dyrking av blomster i pottekulturer brukes det mindre vann, men vannforbruk og utslipp vil variere mye med vanningsystem og driftsrutiner. For disse produksjonene er det mindre vanlig med integrert bekjempelse og det antas større bruk av ulike plantevernmidler.

Anbefalt innhold av næringsstoffer i gjødselvann i veksthus inneholder rundt 10 - 50 mg P og 100 - 300 mg N per liter, men dette vil variere mye med produksjon og driftsrutiner. I et røft regneeksempel vil et stort veksthusanlegg på 10 dekar kunne gi en avrenning på rundt 20 m³ per dag. Dette vil i så fall tilsvare et daglig utslipp på 0,2 - 1 kg fosfat-P og 1 - 6 kg N. Årlig fosformengde ført til utslipp vil tilsvare et kloakutslipp fra 100 - 500 personer.

Utslippsvannet vil også føre med seg rester av plantevernmidler brukt i produksjonen. Normalt blir utslippet ført til nærmeste drengroft/bekk eller infiltrert til grunnvann via jordgulv i veksthuset. Til forskjell fra annen næringsvirksomhet har det ikke blitt satt utslippskrav knyttet til avrenning fra veksthus. Framover er det naturlig med et sterkere fokus på dette, og spesielt ved utvidelse og nyetablering.

Aktuelle tiltak som kan redusere utslipp eller effekt av utslipp fra veksthus kan være:

- Stor grad av resirkulering av næringsløsning (gjøres i dag, men kan gi sykdomsproblemer)
- Tilrettelegge for utslipp til vassdrag eller grunnvann med god resipientkapasitet, alternativt oppsamling med påslipp til kommunalt avløpsnett.
- Vurdere bruk av rensefiltre med reaktive filtermaterialer for fjerning av plantevernmidler
- Vurdere oppsamling og spredning av utslippsvann på nærliggende jordbruksarealer for utnyttelse av utvaskede næringsstoffer og nedbryting/binding av plantevernmiddelrester.
- Optimalisere vanningsystem og drens-system i veksthus i forhold til god kontroll med vannstrømmer og minst mulig utslipp.
- Spesielt miljøfokus ved nedvasking av veksthus og gjødselvannings-system etter endt produksjon, slik at dette ikke resulterer i mobilisering og økte utslipp av næringsstoffer, plantevernmidler og desinfiserende kjemikalier (som formalin).

Generelt bør det bli en økt bevissthet knyttet til hvilke resipienter som belastes av et lokalt utslipp fra veksthus. Spesielt gjelder dette (1) grunnvann som brukes til drikkevann og (2) vassdrag som er verdifulle og sensitive for utslipp av næringsstoffer og kjemikalier.

Gjennom prosjektet og kontakt med gartnere har Bioforsk erfart at veksthusnæringen ønsker å vurdere tiltak som kan redusere utslipp til vann. I 2009 håper Bioforsk å komme i gang med nærmere vurdering og utprøving av aktuelle tiltak for reduserte utslipp fra veksthusnæringa, samt framskaffe supplerende informasjon knyttet til utslippenes kvalitet og mengde.

Miljørisiko ved bruk av plantevernmidler – hjelpemiddel til å lage miljøplaner

I et nylig avsluttet prosjekt er det laget tre ulike verktøy som viser risiko for utlekking av plantevernmidler fra ulike arealer ved å kombinere terrengdata med simuleringer av utlekking av ulike plantevernmidler fra ulike areal typer. De ulike verktøyene er testet ut i forhold til anvendelighet for brukerne.

Ole Martin Eklo¹, Randi Bolli¹, Jens Kværner², Tore Sveistrup², Frauke Hofmeister³, Eivind Solbakken³, Nick Jarvis⁴, Fredrik Stenemo^{4,5}, Eirik Romstad⁶, Borghild Glorvigen⁷, Tor Anton Guren⁸, Stein Sorknes⁹, Ivar Solberg⁹ og Terje Haraldsen¹⁰

¹Bioforsk Plante helse, ²Bioforsk Jord og miljø, ³Norsk institutt for skog og landskap, ⁴Sveriges Landbruksuniversitet, ⁵SWECO AB, ⁶Universitetet for miljø- og biovitenskap, ⁷Solør og Odal Forsøksring, ⁸Forsøksringen SørØst, ⁹Grue kommune, ¹⁰Mattilsynet
olemartin.eklo@bioforsk.no

Arealdifferensiering av tiltak for redusert miljørisiko ved bruk av plantevernmidler og betydningen av sammenhengen mellom topografi, jordsmonnegenskaper og utlekking av plantevernmidler har til nå fått lite oppmerksomhet i Norge. Miljøplaner skal utarbeides på alle bruk som mottar produksjonstilskudd.

Ved risikovurdering som tar hensyn til effekter av jordsmonn og topografi, vil tiltak kunne planlegges lokalt og målrettes mot kritiske arealer hvor de har størst virkning og dermed blir mer kostnadseffektiv, samtidig som unødige restriksjoner unngås. Erfaring og forskning har vist at arealmessig bidrar små arealer ofte til en uforholdsmessig stor andel av forurensningen fra nedbørfelt. Med egnete planverktøy vil produsentene kunne bidra til økt miljøeffekt og kostnadseffektivitet både av miljøplanene for enkeltbruk og gi mer substans i kvalitetssikring i Landbruket (KSL). Dette vil også bidra til å nå målene for "Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler" på en mer kostnadseffektiv måte.

Modelleringer fra nedbørfelt på Näsby gård i Sverige har vist at det er en svært liten andel (1 %) av nedbørfeltet som bidrar til hoved-andelen (70 %) av forurensningen. Fra andre områder har 1-17 prosent av arealene bidratt til 90 % av forurensningen. I områder med vinterklima er lokale forsøkninger utsatt for rask infiltrasjon og vanntransport ned mot grunnvannsonen om våren. Også potensialet for nedbryting av plantevernmidler vil kunne variere med topografiske forhold. Lokale forsøkninger kan derfor fungere som "hot spots" i forhold til plantevernmidelforurensning. Både mikrotopografiske forhold og jordegenskaper vil være bestemmende for lokalise-

ring og egenskaper av lokale "hot spots". Slike "hot spots" blir derfor viktig å identifisere og ta hensyn til i planleggingen.

I et samarbeidsprosjekt mellom Bioforsk Plante helse (prosjektledelse), Bioforsk Jord og miljø, Skog og Landskap, Sveriges Landbruksuniversitet (SLU), Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Solør og Odal forsøksring, Forsøksringen SørØst, Grue kommune og Råde kommune, har det blitt gjennomført et pilotprosjekt som hadde som hovedmål å finne egnede støtteverktøy til gårdbrukerne i den lokale miljøplanleggingen som kan redusere risiko for utlekking av plantevernmidler til overflate- og grunnvann.

I prosjektet har det blitt utviklet tre ulike verktøy som har vært evaluert av brukere (bønder) fra Råde og Grue kommune. Det har blitt utviklet mikrotopografiske kart for å identifisere sårbare områder i form av forsøkninger i terrenget. Det har videre blitt laget tabellariske oversikt over risiko for utlekking av plantevernmidler i ulike jordtyper ved hjelp av MACRO_GV (Stenemo *et al.* 2005). Modellverktøyet MACRO_GV, hvor kjernen er basert på modellen MACRO (Larsbo & Jarvis 2003), simulerer pesticidtransporten ned til 1 meters jorddybde. MACRO er en endimensjonal mekanisk modell som beskriver vann-, partikkel- og varmetransport i et vertikalt jordprofil. Det er utført modellberegninger med MACRO_GV for alle jordtypene i områdene Grue og Heiabekken nedbørfelt i Råde.

For begge feltene har det blitt gjort simuleringer for de fleste av plantevernmidlene godkjent for bruk i vårkorn og potet. Ut fra modell-beregningene av

middelkonsentrasjon ($\mu\text{g/L}$) ved 1 meters dyp over 20 år for hvert enkelt pesticid har det blitt laget en tabellarisk oversikt over risikoen for utlekking av plantevernmidlene i de ulike jordtypene fra Grue og Heiabekken nedbørsfelt. Resultatene viser at det i mange jordtyper er stor risiko for utlekking av ugrasmidler brukt i vårkorn og poteter, både i Grue og Heiabekken. For soppmidler og insektmidler er derimot risikoen mindre. Med hjelp av MACRO_GV er det levert risikotall for 25 jordtyper og 68 preparat-dose-kombinasjoner.

Det siste verktøyet er et GIS - basert risikokart som bygger på en meta-modell av MACRO i form av en "look-up"-tabell. Meta-modellen baseres på simuleringresultat fra MACRO-modellen. Jordas modell parametre er framskaffet på samme måte som i MACRO_GV. Det er også her simulert for 20 år. Det er gjort simuleringer for 42 "tenkte" pesticider som dekker Koc verdier fra 3 - 1000 (bindingsstyrke) og halveringstider fra 1 - 100 dager. Det ble simulert både for vår- og høstsprøyting. Den brukte standard-dosen var 1 kg/ha. Det ble ut i fra dette laget en tabell og et interpoleringsverktøy som gjorde det mulig for Skog og Landskap å framstille GIS baserte risikokart for hvert enkelt pesticid og jordtype for de ulike områdene. Det ble antatt en lineær sammenheng mellom dosering og risiko for å beregne risiko ved NAD (normert arealdose) og redusert dose. Når et handelspreparat inneholdt flere aktive stoff ble det laget risikokart for hvert av stoffene, ellers ble det laget risikokart for handelspreparatene.

Bønders vurdering av kart og tabeller for å synliggjøre utlekkingsrisiko ved bruk av plantevernmidler er undersøkt gjennom to fokusgruppestudier. Hovedresultatene fra denne undersøkelsen er at bøndene generelt ser positivt på den typen informasjon som modellkjøringene fra prosjektet gir, men at det er viktig at denne informasjonen blir integrert i eksisterende planleggingsverktøy på gården. Mengden informasjon fra prosjektet er stor, og presentasjon av resultatene i et oversiktlig format er derfor viktig. I situasjoner hvor et og samme plantevernmiddel gir ulik lekkasjerisiko på forskjellig skifter, er det viktig å få fram hvilke midler som kan brukes over alle skiftene for de ulike kulturene slik at man reduserer tidskostnadene ved bytte og vask av redskap.

Prosjektet har blitt finansiert med Forskningsmidler over Jordbruksavtalen (JA).

Referanser

- Larsbo, M. & N.J. Jarvis. 2003. MACRO 5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description., Department of Soil Sciences, Division of Environmental Physics, SLU. Emergo 2003:6.
- Stenemo, F. & N.J. Jarvis. 2005. MACRO_GV - ett simuleringsverktyg för platsspecifika bedömningar av bekämpningsmedelsläckage till grundvatten. Department of Soil Sciences, Division of Environmental Physics, SLU. Emergo 2005:3.

Nye Regionale miljøprogram (RMP) for landbruket

Regionale miljøprogram ble innført i 2005 og rullert i 2008. De nye regionale miljøprogrammene må i større grad enn før følge opp miljømålene som følger arbeidet med vanddirektivet. I artikkelen er det tatt utgangspunkt i de regionale miljøprogrammene i Oslo/Akershus og Østfold.

Tyra Risnes Høyås
Fylkesmannen i Østfold
trh@fmos.no

Bakgrunn

Regionale miljøprogram ble innført i alle fylker fra 2005. Miljøprogrammet skal bidra til økt målretting av miljøarbeidet i landbruket, og til å synliggjøre landbrukets miljøinnsats. Regionale miljøprogram for landbruket har hatt to hovedtema: kulturlandskap og forurensing. I denne sammenhengen ser vi på den delen av miljøprogrammene som omhandler forurensing.

Nasjonalt miljøprogram gir føringer for de regionale programmene. Her slås det fast at et viktig mål for miljøprogrammet er at programmet skal bidra til å sikre god økologisk tilstand i vannforekomstene. Oppfølging av vanddirektivet vil medføre en systematisk innsats i alle vassdrag hvor målet ikke er nådd, med utarbeidelse av tiltaksplaner og frister for gjennomføring. Nasjonalt miljøprogram påpeker at for at målene skal nås vil det i en del tilfeller være behov for nye tiltak og mer omfattende tiltaksgjennomføring.

Ulikheter mellom fylkene

Det er store forskjeller mellom fylkene når det gjelder utfordringer i forhold til nærings saltavrenning og erosjon. Figur 1 viser grad av landbrukspåvirkning på vassdragene i Sør-Norge. De mørkt lilla områdene viser vassdrag hvor nærings saltavrenning har sterk påvirkning på vannkvaliteten. Disse vassdragene finner vi i hovedsak i kornområdene på Østlandet og i Trøndelag, samt i Rogaland hvor det er intensive husdyrområder. Dette er fylker der forurensingstiltak skal være et viktig tema i det regionale miljøprogrammet. Hvor høy tiltaksgjennomføring det bør være i de enkelte vassdragene vil variere ut fra forhold som resipientens sårbarhet, andel jordbruksareal, driftsform og erosjonsrisiko.



Figur 1. Avrenning fra landbruket - grad av påvirkning i Sør-Norge (Kilde: Vann-nett).

Vannforvaltingsforskriften og RMP

I henhold til vannforvaltingsforskriften skal de nødvendige tiltakene for å oppnå god økologisk status være gjennomført innen henholdsvis 2012 (vassdragene i første planperiode) og 2018. Fordi det er begrenset med midler, og vassdragene er delt i to grupper med ulik frist for tiltaksgjennomføring er det nødvendig å prioritere vassdragene i første planperiode når det gjelder forurensingstiltakene i RMP.

Det er imidlertid problematisk dersom tiltaksgjennomføringen kanaliseres for sterkt til vassdrag i første planperiode. Det er lite ønskelig at tiltaksgjennomføringen går tilbake i andre sårbare områder, bare fordi disse ikke er med i første planperiode.

Østfold og Oslo/Akershus sine forurensingsordninger i RMP

De viktigste tiltakene for å redusere næringssaltavrenningen er i kornområdene:

- Redusert jordarbeiding og utsatt jordarbeiding
- Grasdekte buffersoner og vannveier
- Gras på erosjonsutsatt areal
- Fangvekster
- Riktig gjødsling i forhold til avling, vekst og driftsform

I tillegg kommer tekniske miljøtiltak som fangdammer, kumdammer, avskjæringsgrøfter og lignende som har andre finansieringsordninger enn RMP.

For at tiltakene skal ha mest mulig effekt er det viktig at riktig tiltak blir valgt på riktig sted. Vi har også i de nye programmene for Østfold og Oslo/Akershus lagt større vekt på kombinasjonstiltak, der grasdekte buffersoner og vannveier brukes aktivt for å beskytte arealer som av en eller annen grunn må jordarbeides om høsten.

Forskrift om krav til jordarbeiding og miljøtiltak - en del av RMP

I arbeidet med å bedre vannkvaliteten i Halden-vassdraget og Morsavassdraget fant man at tilskudd alene ikke er nok til å oppnå tilstrekkelig tiltaksgjennomføring. Det ble derfor innført forskrift med krav til jordarbeiding og miljøtiltak på de mest erosjonsutsatte arealene i disse vassdragene. Vassdragene i Oslo, Akershus og Østfold er generelt så sårbare at det nå i forbindelse med rulleringen har vært behov for å utvide og styrke forskrift om krav til jordarbeiding og miljøtiltak. Erfaringer har vist at for å få god nok oppslutning om endret jordarbeiding i disse områdene er det nødvendig å bruke flere virkemidler samtidig - altså en kombinasjon av forskrift og tilskudd.

Forskriften definerer minimumskravene for tiltak på det enkelte foretak. For de jordbruksbelastede vassdragene i Vanndirektivets første planfase blir det krav om at minst 60 % av arealet foretaket disponerer skal overvintre i stubb eller gras. De resterende 40 % kan pløyes om høsten, forutsatt at arealet er

lite erosjonsutsatt, at det er buffersone mot bekk, og en sone med varig gras som erosjonsbeskyttelse i erosjonsutsatte forsøkninger.

I resten av Østfold og Oslo/Akershus stilles det bare krav på de mest erosjonsutsatte arealene. Areal i erosjonsrisikoklasse 3 og 4 må ha grasdekt vannvei i erosjonsutsatte forsøkninger dersom det skal pløyes. I tillegg skal det være buffersone langs alle bekker med 10 meter varig vegetasjon eller 20 meter stubb.

Målene i vanndirektivet og RMP - noen utfordringer

Regionalt miljøprogram er et viktig virkemiddel for å nå miljømålene som følger arbeidet med vanndirektivet. For å få best mulig målretting er det nødvendig at de økonomiske og juridiske virkemidlene ses i sammenheng.

I denne runden må vassdragene i Vanndirektivets første planperiode prioriteres, selv om dette går ut over tiltaksgjennomføringen i andre deler av fylket.

Det må kompenseres med tilskudd når bønder i noen områder får store restriksjoner i drifta fordi det stilles krav om tiltak. Det er ikke aktuelt å gå ned på tilskuddsatsene i de prioriterte vassdragene. Å følge opp tiltaksplanene i vanndirektivet forutsetter i noen områder mye større tiltaksgjennomføring enn det er tilskuddsmidler til i dag. Dette innebærer at regionale miljøprogram i fylker med store forurensingsutfordringer bør få tilført ekstra midler framover.

Det kan tenkes at det er behov for enda tyngre tiltaksgjennomføring i noen områder enn det er tatt høyde for i de nye miljøprogrammene. Dersom et slikt behov oppstår kan en mulig løsning være at det skilles på vannforekomst nivå, og følges opp med for eksempel kontrakter med bøndene eller enda strengere forskrift i enkelte delnedbørfelt til sårbare vassdrag.

Veiledning og informasjon er fremdeles viktig. Det må jobbes på flere fronter for å nå målene. Det er viktig at næringa selv bidrar til at det gjennomføres frivillige tiltak i tillegg til det som stilles som krav for å motta produksjonstilskuddet. Informasjon og frivillighet er vesentlig i jordbruksavtalen.

Mer om miljøprogrammene til Østfold og Oslo/Akershus finnes på nettsidene:

www.fylkesmannen.no/miljoprogramos
www.fylkesmannen.no/miljoprogramosa

Pløyetidspunkt og dybde – betydning for kontroll av flerårig ugras

Gjennom flere år har vi utført forsøk som belyser effekten av pløedybde om våren på ulike rotugasarter. I en annen forsøksøkserie fokuserer vi på tidspunkt, høst vs. vår, for jordarbeiding/brakking, også i forhold til effekten på ulike ugrasarter.

Lars Olav Brandsæter
Bioforsk Plantehelset, Universitetet for miljø- og biovitenskap
lars.olav.brandsaeter@bioforsk.no

Bakgrunn

Både gjennom bondens praktiske erfaringer og fra forskning er det godt dokumentert at såkalte "flerårig vandrende ugras" (rotugas), dvs. arter med jordstengler, horisontale formeringsrøtter, stengelknoller eller lignende formeringsorgan, er vanskelige å håndtere i økologisk korndyrking. Disse artene har flere felles biologiske egenskaper, men også noen som i større eller mindre grad er spesifikke for den enkelte ugrasart. Det er svært viktig for alle som dyrker planter, å ha god innsikt i de egenskapene som er viktige for hvordan tiltakene bør gjennomføres. Et problem som bonden kan møte er at tiltakene man gjennomfører i et bestemt øyemed samtidig kan stå i motsetningsforhold til andre målsetninger. Blant annet vet vi at det kan være slike paradokser mellom det å kontrollere rotugas ved jordarbeiding og det å dyrke grønngjødslingsvekster. Dessuten vil ønske om minimal erosjon og utvasking påvirke valgene man gjør. Tilgang til redskapstyper, jordart og klima på dyrkingsplassen og arbeidsmessige forhold gjennom året er andre faktorer som er av betydning for valg av tiltak og tidspunkt. I et avsluttet prosjekt har vi sett på effekten av pløedybde om våren på ulike rotugasarter, i et annet prosjekt sammenligner vi harving og pløying om høsten med samme tiltak utført på våren.

Om forsøkene

I flerårige forsøk på Apelsvoll (Toten, Oppland) og Kvithamar (Stjørdal, Nord-Trøndelag) ble 3 forsøksfaktorer relatert til pløying om våren testet ut: (i) traktortyngde, (ii) hjulplassering (tradisjonell hjulplassering i fåra, til høyre "på land") og (iii) pløedybde, 15 cm og 25 cm. Her fokuserer vi bare på den siste, pløedybde. Flere detaljer om forsøksopplegget er tidligere publisert av Bakken *et al.* (2005) og Brandsæter *et al.* (2005).

I forsøk på Ås gjør vi sammenlikning av tidspunkt for brakking og pløying, høst eller vår, med pløedybde 25 cm. Dette forsøket er foreløpig bare gjennomført ett år, men opplegget blir nå repetert på 3 ulike lokaliteter.

Resultater og diskusjon

I de flerårige forsøkene på Apelsvoll og på Kvithamar fikk vi mest markante utslag for forsøksfaktoren pløedybde, de andre resultatene er utelatt her. I gjennomsnitt var det mer enn dobbelt så mye rotugas ved grunn pløying sammenlignet med dyp pløying. Etter tre år var det faktisk noen steder i dette forsøksopplegget så mye som omkring 90 % mindre åkertistel ved dyp pløying om våren sammenlignet med grunn pløying på samme årstid (tabell 1).

Tabell 1. Effekt av pløedybde på utviklingen av åkerdylle (Apelsvoll) og kveke og åkertistel (Kvithamar), målt i flerårige forsøk som relative tall (basert på gram tørrstoff per m²).

Lokalitet og ugrasart	Pløedybde	
	15 cm	25 cm
Apelsvoll		
Åkerdylle	100a*	52b
Kvithamar		
Kveke	100a	52b
Åkertistel	100a	8b

*Tall med forskjellig bokstav er signifikant forskjellig (Statistisk analyse er gjort med reelle tall)

Den tradisjonelle rotugasbehandlingen med gjentatt stubbarbeiding før sein høstpløying har gitt svært god kontroll av kveke (tabell 2). Effekten av denne behandlingen på åkertistel var også god, men dårlig på åkerdylle. Bare pløying om høsten gav dårligst resultat på alle tre artene. Videre er det svært interes-

Tabell 2. Sammenlikning av tidsperioder for brakking og pløying - høst og vår - i ettårig forsøk på Ås. Pløyedybde 25 cm Relative verdier, "bare høstpløying" satt til 100. Tallene i parentes er ugrasbiomasse, gram tørrstoff per m².

Behandlinger		Kveke	Åkerdylle	Åkertistel	Havre, avling (relativ)
Høst	Bare pløying	100 (70)	100 (154)	100 (32)	100
	Jordarbeiding ¹ + pløying	17 (12)	79 (121)	44 (14)	142
Vår	Bare pløying	81 (57)	36 (56)	38 (12)	150
	Jordarbeiding ² + pløying	60 (42)	27 (42)	25 (8)	120

¹Skålharv, kjørt 2 ganger med ca 1 måneds mellomrom (ca 8-10 cm arbeidsdybde) før pløying om høsten

²Skålharv, kjørt 1 gang (ca 8-10 cm arbeidsdybde) før pløying om våren

sant å legge merke til at behandlingen med bare pløying om våren, ga mye bedre kontroll av åkerdylle og åkertistel enn tilsvarende pløying om høsten (Merk! Det var nesten 3 ganger så mye åkerdylle etter høstpløying som etter vårpløying, og nesten like stort utslag for åkertistel). For disse to artene var det kombinasjonen jordarbeiding om våren og pløying etterpå, som virket best. Ulempen med denne behandlingen er at kornavlingen ble redusert fordi kornet ble sådd 2-3 uker etter de andre behandlingene. Det er dessuten verdt å merke seg at det i svensk veiledningsmateriell (Pedersen *et al.* 2003) om ugraskontroll i økologisk landbruk blir oppsummert med at vårpløying gir bedre kontroll av åkertistel og åkerdylle enn høstpløying.

Som oppsummering kan vi slå fast at resultatene fra disse forsøkene er gode mht. en miljøvennlig jordarbeiding, pløying om våren har gitt svært lovende resultat i forhold til åkerdylle og åkertistel. Resultatene har også fortalt oss at pløyedybde 25 cm har gitt mye bedre kontroll av rotugasene enn grunnere behandling, spesielt i forhold til åkertistel.

Referanser

- Bakken, A.K., T. Henriksen, K. Mangerud, R. Eltun, H. Riley, T. Fjell, S. Selnes & T. Wikmark. 2005. Jordarbeidingsmåtar for korn-dominerte dyrkingssystem - avlingseffektar. Grønn kunnskap 9 (2):362-367.
- Brandsæter, L.O., J. Saur, A.K. Bakken, T. Wikmark & T. Fjeld. 2005. Jordarbeidingsmåtar for korn-dominerte dyrkingssystem - effekt på flerårig ugras. Grønn kunnskap 9(2):368-374.
- Perdersen, T.R. & A.M. Dock Gustavsson. 2003. Rotogräs - Råd i praktiken. Jordbruksverket. Jordbruksinformasjon 2003(19). 7 s.

Kostnadseffektiv høstkorndyrking: Avlinger i storskalaforsøk 2003-2006 og langvarige jordarbeidingsforsøk 1998-2007

Miljøhensyn tilsier at man bør gå bort fra pløying til høstkorn, spesielt på leirjord. Resultat er presentert fra nyere jordarbeidingsforsøk med høstkorn og det gis en økonomisk vurdering av alternative metoder. Redusert jordarbeiding ser ut til å ha et potensial for så vel høstkorn som vårkorn, mens direktesåing fungerer mindre godt.

Hugh Riley¹ og Per-Ove Lindemark²

¹Bioforsk Øst, ²Forsøksringen SørØst

hugh.riley@bioforsk.no

Storskala jordarbeidingsforsøk

I perioden 2002/03 til høsten 2005/06 ble det utført 41 ettårige storskalaforsøk med ulik jordarbeiding til høstkorn, 12 i Akershus og 29 i Østfold. I forsøkene er konvensjonell pløying sammenliknet med redusert jordarbeiding (harving uten pløying) og direktesåing i stubb (uten jordarbeiding). Effekt av høstgjødsling og/eller høstsprøyting mot sopp ble også undersøkt.

Langvarige jordarbeidingsforsøk

Forsøksringen Sør-Øst har siden 1998 videreført tre langvarige jordarbeidingsfelt på Øsaker og etablert ett forsøk til i 2001. Tre av feltene har i perioden hatt både høst- og vårkorn mens et har hatt bare vårkorn. Forsøksbehandlingene omfatter pløying, redusert

jordarbeiding og direktesåing så vel som ulikt vekstskifte og forskjellig gjødsling og halmbehandling.

Avlingsresultater

Et sammendrag av avlingsresultatene med pløying, redusert jordarbeiding og direktesåing er gitt i tabell 1 for alle feltene som er omtalt.

I en tredel av storskalafeltene var redusert jordarbeiding klart problematisk. Disse feltene er derfor omtalt som "mislykkete". I den "vellykkete" gruppen gav redusert jordarbeiding vel så godt resultat som pløying mens direktesåing gav 10 % mindre avling. På "mislykkete" felt var avlingen nesten 30 % lavere med redusert jordarbeiding enn med pløying, og nesten 40 % lavere ved direktesåing. Årsakene til dårligere

Tabell 1. Kornavlinger og relative avlinger (% av pløying) ved ulik jordarbeiding til høstkorn på storskalafelt (2003-2006) og til vår- og høstkorn på tre langvarige felt (1998-2007).

Felttype	Korngruppe	Antall feltår	Pløying kg daa ⁻¹	Red. jordarb. kg daa ⁻¹	Direktesåing Rel. %	kg daa ⁻¹	Rel. %
Storskalafelt							
Vellykkete	Høstkorn	29	727	742	102	651	89
Mislykkete	Høstkorn	12	662	478	72	407	61
Langvarige							
Felt 1	Vårkorn	10	496	432	87	ingen data	
Felt 2	Vårkorn	9	481	508	106	432	90
Felt 2	Høstkorn	9	503	481	96	450	90
Felt 4	Vårkorn	6	513	524	102	476	93
Felt 4	Høstkorn	6	583	522	89	465	80
Middeltall							
	Høstkorn	56	662	620	94	546	82
	Vårkorn	25	495	481	97	450	91
	Begge	81	610	577	95	523	86

Tabell 2. Brutto kornverdi (kr daa⁻¹) og nettoverdi (minus kostnader) ved ulike jordarbeiding.

	Høstpløying		Redusert (2 x harving)		Direktesåing	
	Brutto	Netto	Brutto	Netto	Brutto	Netto
Vårkorn	910	658	884	715	809	709
Høsthvete	1411	1159	1322	1153	1164	1064

avling ved de alternative jordarbeidingsmåtene hadde sammenheng med både dårlig etablering og overvint-ring. Bruk av ekstra kalksalpeter om høsten hadde ingen påviselig effekt, mens sprøyting mot overvin-trings-sopp gav litt bedre plantebestand om våren og 4 % mer avling.

På langvarig felt 1 ble vårkornavlingen redusert med 13 % ved harving bare om våren, mens harving om høsten i tillegg halverte denne forskjellen (ikke vist). På langvarig felt 2 var det omtrent samme utslag for høst- og vårkorn mens det på felt 4 var noe lavere relative avlinger ved alternativ jordarbeiding til høst-korn enn til vårkorn. I gjennomsnitt av alle feltene (både storskala og langvarige) gav redusert jordarbeiding 3 % mindre vårkornavling og 6 % mindre høstkor-navling enn pløying. De tilsvarende nedgangene ved direktesåing var 9 % og 18 %.

På langvarige felt 3, der ulike halmbehandling ble sammenliknet på upløyd jord, kom det klart fram at mye av årsaken til lavere avling ved alternativ jordarbeiding kan knyttes til problemer med for mye halm-rester som forstyrrer planteetableringen. Direktesåing i halmhakk gav 15 % lavere avling enn direktesåing etter halmfjerning. Harving bare én gang, kontra to ganger, gav 10 % mindre avling med mye halmhakk, men bare 2 % mindre avling der halmen var fjernet.

Økonomiske vurderinger

Kostnader til jordarbeiding og sprøyting for ulike system er vurdert ut fra NILFs håndbok for driftsplanlegging. Det er inkludert sprøyting mot rotugras hvert år i systemene uten pløying, men ikke i de med pløying. Nettobesparelsen som oppnås ved redusert jordarbeiding (med to harvinger) og direktesåing er på henholdsvis 83 og 152 kroner pr. dekar. Disse tallene er brukt i en økonomisk vurdering av avlingsresultatene fra tabell 1. Det er brukt kornpriser basert på 2007-se-songen, og det antas at 80 % av høstveten selges som mathvete (tabell 2). For vårkorn tyder beregningene på at systemene uten høstpløying har bedre lønnsomhet enn systemet med pløying, til tross for noe lavere avlinger, når det tas hensyn til kostnadene for jordarbeiding. For høsthvete har systemene med pløying og

redusert jordarbeiding omtrent lik lønnsomhet, tross 6 % lavere avling i sistnevnte system. Direktesåing kommer betydelig dårligere ut økonomisk, med 95 kr mindre i nettoverdi pr. dekar enn pløying. I et omløp med 33 % høsthvete og 67 % vårkorn, får man kr 33 mer i nettoverdi ved redusert jordarbeiding og kr 3 mer ved direktesåing enn ved pløying.

Regnestykket uten arbeidskostnader kan være av interesse for de som ikke har for alternativ arbeids-inntekt. Det antas at lønninger utgjør en tredel av jordarbeidingskostnadene. Ser man bort fra besparel-sene i arbeidskostnader viser beregningen samme net-toverdi ved direktesåing av vårkorn som ved pløying, tross 9 % lavere avling. Ved redusert jordarbeiding til vårkorn er nettoverdien litt høyere (+ kr 29) enn ved pløying, mens den ved redusert jordarbeiding til høst-korn er litt lavere (- kr 34). Sett i forhold til pløy-ing gir direktesåing av høst-korn nesten kr 150 lavere nettoverdi når man ikke verdsetter besparelsen i arbeidstid. Dessuten viser forsøkene at alternative jordarbeidingsmetoder kan gi større andel førkorn og økte utgifter til tørking. Økte tørkeutgifter antas å gi kr 20-30 lavere nettoverdi i systemene uten pløying. En nedgang fra 80 til 50 % matkornkvalitet i disse systemene gir tap av ytterligere kr 50-55 i høsthvete. Setter man disse 'i verste fall' tilfellene sammen til et omløp med 33 % høsthvete, får man nettokornver-dier som ved redusert jordarbeiding er kr 37 lavere enn ved pløying og ved direktesåing kr 89 lavere enn ved pløying.

Det er mange forutsetninger som ligger bak kalky-ler av denne typen, og resultatene for den enkelte bonden vil avhenge av flere faktorer. Blant disse kan nevnes gårdsstørrelse og arrondering, alderen og størrelsen på maskiner, jordtype (spesielt drenering) og ikke minst bondens egen dyktighet og interesser. Det er trolig realistisk å regne med at lønnsomheten av de alternative jordarbeidings-system kan ligge et sted mellom de to ytterpunktene som er skissert her. I gjennomsnitt vil dette si samme lønnsomhet ved redusert jordarbeiding og en viss reduksjon (kr 40-50) i lønnsomhet ved direktesåing, i forhold til pløying hvert år.

Helhetlig tiltaksgjennomføring ved vestre Vansjø

I vestre Vansjø i Østfold er vannkvaliteten svært dårlig på grunn av stor algevekst. Gårdbrukere, veiledere, landbruksforvaltning og forskere arbeider sammen for å redusere fosfortapene fra jordbruket.

Anne Falk Øgaard
Bioforsk Jord og miljø
anne.falk.ogaard@bioforsk.no

Innledning

I mange jordbrukspåvirkede vassdrag er vannkvaliteten dårlig med stor algevekst på grunn av betydelige fosfortilførsler fra jordbruksarealene. I vestre Vansjø i Østfold er vannkvaliteten spesielt dårlig. Der har det vært oppblomstring av giftige blågrønnalger og badeforbud nesten hver sommer siden 2001. Innsjøen er drikkevannskilde for 60 000 mennesker og i tillegg et viktig rekreasjonsområde. Fosformåling i en rekke bekker rundt vestre Vansjø har vist at fosforkonsentrasjonene er spesielt store i et område hvor poteter og grønnsaker blir dyrket på 25 % av arealet (Bechmann 2008). Årlige middel vannføringsveide konsentrasjoner av totalfosfor (TP) i bekkene her var 200-500 µg P/L. Miljømålet er 50 µg TP/L. Fosforkonsentrasjonene må dermed reduseres med opptil 90 % for at dette målet skal nås. En ekstra og målrettet innsats i dette området er derfor nødvendig for å redusere fosfortapene fra jordbruket, og i 2008 ble det bevilget midler over jordbruksavtalen til å intensivere dette arbeidet. Midlene brukes til et tiltaksprosjekt som administreres av Fylkesmannen i Østfold og et forskningsprosjekt som administreres av Bioforsk Jord og miljø. Prosjektene er tre-årige i perioden 2008-2010.

Totalt 40 gårdbrukere har hele eller deler av arealet sitt innenfor nedbørfeltet til vestre Vansjø. I tiltaksprosjektet blir tilskudd utbetalt til bønder som inngår kontrakt med blant annet strenge krav til nivå av fosforgjødsling og jordarbeiding. I forskningsprosjektet skal Bioforsk dokumentere effekten av miljøtiltakene hvor reduksjon av fosfortap fra grønnsaksarealer har spesiell fokus. Bioforsk skal undersøke effekten av kjente og mulige nye tiltak. Det er lagt opp til et samarbeid mellom bønder, landbruksveiledere, Fylkesmannens landbruksavdeling og forskere. Erfaringene fra denne prosjektorganiseringen er tenkt å kunne ha overføringsverdi til andre vannområder.

Kontrakter

I løpet av våren 2008 inngikk 29 av de 40 gårdbrukerne rundt vestre Vansjø kontrakt med Fylkesmannen om gjennomføring av en rekke miljøtiltak. Som kompensasjon mottar de et tilskudd som skal dekke ekstra utgifter og risiko for redusert avling. Kontraktene omfatter nå 73 % av jordbruksarealene i nedbørfeltet. I tillegg til dokumentasjon av driften inneholder kontrakten følgende krav til driften:

- Mindre fosforgjødsling enn de nasjonale anbefalingene
- Generelt ingen jordarbeiding om høsten
- Buffersoner med varig gras langs alle bekker, åpent vann og inntakspunkter for overflatevann
- Grasdekte vannveier der det er erosjonsrisiko i forsøkninger/drag
- Poteter og grønnsaker skal ikke dyrkes på arealer som jevnlig oversvømmes
- Fangdam må anlegges dersom det er anbefalt
- Restriksjoner på bruk av husdyrgjødsel, slam og kjøttbeinmel

Kravene til redusert fosforgjødsling har blitt utviklet i samarbeid med Forsøksringen SørØst. Forsøksringen har ut i fra lokal erfaring med de enkelte kulturene angitt hvor mye det er forsvarlig å redusere fosforgjødslingen i forhold til de nasjonale normene.

En stor del av de som bare har korn og gras har inngått kontrakt. Det var spesielt kravet til ingen jordarbeiding om høsten som medførte at enkelte kornprodusenter valgte å ikke inngå kontrakt. For gårdbrukere med potet- og grønnsaksarealer er det større usikkerhet angående økonomiske konsekvenser, slik at det er inngått avtale for bare en mindre del av grønnsaksarealet. Et viktig tiltak i prosjektet som har bidratt til at det har blitt inngått så mange kontrakter

allerede første år, er en miljøplanrådgiver som har tatt direkte kontakt med hver enkelt gårdbruker og gått igjennom utfordringene på den enkelte gård.

Forskning

Grønnsaker og poteter

Arealer hvor poteter og grønnsaker blir dyrket har høye konsentrasjoner av lett tilgjengelig fosfor (P-AL) i jorda, og dette er en viktig årsak til de høye fosfortapene.

Tiltak med redusert fosforgjødsling har spesielt store utfordringer for potet- og grønnsaksarealer. Verdien av avlingene er stor, så en redusert avling gir store økonomiske konsekvenser for gårdbrukeren. En del grønnsaker og poteter har lite rotsystem og dermed dårlig evne til å få tak i fosforet i jorda. Det er derfor vanlig å gjødsle med mye mer fosfor enn det som fjernes med avlingene. Dagens anbefalinger for fosforgjødsling ser ut til å være unødvendig høye, men det er usikkerhet angående hvor mye fosforgjødslingen kan reduseres uten at det gir betydelig avlingsreduksjon. En viktig del av forskningsaktiviteten tilknyttet vestre Vansjø er derfor rettet mot fosforgjødsling til grønnsaker. Det er lagt ut feltforsøk i både kål, løk og gulrøtter. I tillegg forplikter gårdbrukerne seg til å tilrettelegge for at inntil 5 % av grønnsaks- og potetskiftene brukes til et storskalaforsøk med en større reduksjon i fosforgjødsling enn på hovedarealet. Dette vil gi ekstra informasjon om effekten av redusert fosforgjødsling. I tillegg får gårdbrukeren egen erfaring med effekten av redusert fosforgjødsling.

Etter høsting av poteter, løk og rotvekster etterlates jorda uten vegetasjonsdekke. Høsting innebærer ofte også løsning av jorda, slik at erosjonsrisikoen er stor på disse arealene. Fangvekster sådd etter høsting kan være et tiltak som beskytter jorda mot erosjon gjennom høst og vinter. Samtidig kan slike vekster frigi fosfor ved frysing og dermed bidra med fosfor ved overflateavrenning. I forskningsdelen av prosjektet blir ulike vekster testet for deres etableringsevne, overvintringsevne, evne til å beskytte jorda mot erosjon og frigjørelse av fosfor ved frysing/tinging.

Fangdammer

Fosfortapene fra disse jordbruksarealene er forventet å være høye i lang tid framover til tross for tiltak som innebærer redusert fosforgjødsling og jordarbeiding. Konsentrasjonen av tilgjengelig fosfor i jorda er høy etter mange års grønnsaksdyrking, og det vil ta mange

år å redusere dette til et miljømessig ønskelig nivå. For å oppnå reduksjon av fosfortilførslene til Vansjø på kort sikt er det nødvendig med rensiltak i bekken. Fangdammer kan stoppe en del av fosforet som tapes til bekken tross alle tiltak på jordet. Vanlige fangdammer holder tilbake ca 25-40 % av den totale fosformengden som kommer inn i dammen (Braskerud 2002). Det meste av løst fosfor og en del av de fineste og mest fosforrike partiklene vil imidlertid passere fangdammen. Dette fosforet har potensielt høy biologisk tilgjengelighet. I forskningsprosjektet arbeides det derfor med å bedre renseseffekten i fangdammene ved å teste ulike filterløsninger som kan etableres i tilknytning til fangdammene.

Transportveier for fosfor

Effektive tiltak mot fosfortap krever kunnskap om de viktigste transportveiene for fosfor i nedbørfeltet. De fleste tiltak fokuserer på reduksjon av overflateavrenning og erosjon, men betydelige fosfortap kan skje via grøftene, spesielt på arealer med makroporer i undergrunnsjorda hvor fosforrike partikler fra toppjorda kan transporteres til grøftene. I forskningsprosjektet vil en framskaffe mer kunnskap om fosfortap via grøftene.

Konklusjon

Helhetlig tiltaks gjennomføring i området ved vestre Vansjø innebærer at gårdbrukere, veiledere, landbruksforvaltning og forskere arbeider sammen for å redusere fosfortapene fra jordbruket. Tilskudd blir utbetalt til bønder som inngår kontrakt med blant annet strenge krav til nivå av fosforgjødsling og jordarbeiding. Forsøksringen har bidratt til å utforme kontraktvilkårene. Ved hjelp av miljøplanrådgiver stimuleres gårdbrukerne til å inngå kontrakt. Forskere bidrar ved å framskaffe kunnskap om effekten av de tiltakene som nå gjennomføres, og i tillegg undersøke effekten av mulige nye tiltak.

Referanser

- Bechmann, M. 2008. Lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2007. Bioforsk Rapport 3(71). 24 s.
- Braskerud, B.C. 2002. Factors affecting phosphorus retention in small constructed wetlands treating agricultural non-point source pollution. *Ecological Engineering* 19(1):41-61.

Landbrukets klimautfordringer- hva kan forskningen bidra med ?

Landbrukets klimautfordringer har hittil fokusert på klimagassutslipp og på utnyttelsen av bioenergi. Det forventes større forsknings fokus på effektene av klimaendringer (positive og negative) og på nødvendige tilpasninger. En mer samordnet innsats av kunnskapen fra landbruks og miljøforskningen er et nødvendig grunnlag for kunnskapsbasert rådgivning.

Lillian Øygarden
Bioforsk Jord og miljø
lillian.oygarden@bioforsk.no

Innledning

Forventede klimaendringer vil påvirke landbruket på en rekke områder der en hittil bare så vidt har begynt med systematisk norsk forskningsaktivitet. Jordbruket kan ved sine produksjonssystemer bidra til klimagassutslipp fra dyrkede arealer og fra husdyrproduksjon. Klimagassene omfatter både CO₂, lystgass og metan og jordbruket må som andre sektorer redusere sine utslipp. Klimaendringer vil også kunne føre til positive effekter som bedre muligheter for planteproduksjon, men kan også gi negative effekter på miljø, økt omfang av skadegjørere etc. Det vil bli behov for tilpasninger i produksjonssystemene. Det er særlig på disse områdene effekter av klimaendringer og tilpasninger, en må forvente økte bidrag fra landbruksforskningen framover. Bioenergi er et annet tema som har vært prioritert og er eksempel på jordbrukets positive muligheter til å binde CO₂, erstatte fossilt brensel med fornybar energi.

Klimagassene

Landbruksforskningen med Bioforsk, UMB, Skog og Landskap har dokumentert jordbrukets bidrag til klimagassutslipp i flere utredninger, men også pekt på videre forskningsbehov og de store usikkerheter som er i beregningsmetoder og mangel på norske forskningsmateriale om effekter av tiltak. I 2008 ble den første norske overvåkingsstasjon for måling av klimagasser (CO₂ flukser og metan) etablert på Andøya som et samarbeid mellom Bioforsk, NILU og Smithsonian Environmental Research Centre. Dette vil gjøre det mulig for Norge å delta i nettverket ICOS-International Carbon Observation System (<http://icos-infrastructure.ipsl.jussieu.fr/>). Det er ønskelig med flere slike stasjoner for å dokumentere bidrag fra norske økosystemer.

SLF har ansvaret for "Nasjonalt utviklingsprogram for klimatiltak i jordbruket" der hovedmålet er å øke kompetansen om faktiske utslipp av klimagasser fra jordbruket og jordbrukspolitikken innvirkning på utslippene. Forskning finansieres ikke, men utredninger av status og kunnskapsoppbygging til nytte for forvaltningen prioriteres. Også Norsk Landbruksrådgivning og Norges Bondelag o.a. er aktive og ønsker detaljerte råd om tiltak. En rekke kommuner skal også utarbeide sine klimaplaner. Det synes nå som et lite gap mellom forvaltningens behov for detaljert kunnskap om tiltak, effekter og tilpasninger og de konkrete råd forskningen kan gi.

Effekter av klimaendringer og tilpasninger

Det er kommet bedre nedskalerte klimascenarier og modeller som gir et bedre grunnlag for å gjøre studier av effektene av klimaendringer for planteproduksjon og for framtidige tilpasninger. Dette gjelder både for positive og negative effekter. Samtidig må vi ta hensyn til at det i landet vårt er store variasjoner i både klima, jord og produksjonsforhold allerede i dag. Endringer - både de mer langsiktige, men også de ekstreme vil også variere mye rundt i landet noe som gir et stort behov for dokumentasjon og kunnskaper for å kunne gi nødvendige råd. Bioforsk konferansen 2009 gir noen eksempler på hva dagens jordbruksforskning akkurat nå fokuserer på mht klimaendringer. Dette gjelder tema som favner vidt fra klimagasser, bioenergi, til effekter og tilpasninger. Felles for disse tema er dokumentasjon av kunnskapsstatus og videre forskningsbehov.

Forskningsprogrammet WINSUR presenterer effekter av hvordan endret klima vil kunne påvirke overvintringsevne for kulturplanter og ugras. Det er et

omfattende program som illustrerer noe av kompleksiteten når det gjelder studier av dyrkingssystemer og effekter av ytre forhold som lys, vann, endret vinterklima med isdekke. Effekter som også påvirkes av geografisk lokalisering av jordbruksproduksjonen.

Endret klima vil også gi konsekvenser for plante-helse ved eks. endring av sykdommer på korn som mykotoksiner og *Fusarium*. Det kan påvirke skadegjørere i korn, andre problemarter for ugras eller andre skadegjørere som eks iberiaskogsnekl. Det kan påvirke plantevernmiddelresistens for skadedyr, ugras, soppsykdommer. Dette vil i sterk grad også påvirke planteforedlingen og dermed tilgangen på endret plantemateriale. Sesongvariasjoner i dyrkingsforhold vil også ha konsekvenser for eks jordarbeiding, såing og høstingsmuligheter og teknikker. Det kreves dokumentert kunnskap på et bredt felt innen jordbruksforskningen for å kunne gi forvaltningen og jordbruksnæringen detaljerte råd.

Dette illustrerer også et økt behov for overvåking, dokumentasjon og varsling fremover. I dag er det overvåking i landbruket av hvordan ulike driftsformer påvirker avrenning av næringsstoffer og pesticider i JOVA programmet. Gjennom Landbruksmeteorologisk varslingsjeneste (LMT) samles inn data som gir grunnlag for eks råd om sprøyting (VIPS). I forhold til landbrukets klimautfordringer kan en tenke seg samordning og videreutvikling av overvåking, rådgiving og varslingsystemer.

Forskning- noen forventinger framover

Forskning på landbrukets klimautfordringer har også Nordisk prioritet. Gjennom Nordisk ministerråd er det gitt prioritet for større felles nordisk satsing på dette felt gjennom utvikling av TOPPFORSKNING programmet og økt satsing gjennom NORDFORSK. Det er en erkjennelse av at Norden som region har noen likheter og særegne utfordringer. Det er også et ønske om at Norden samlet skal bli en mer interessant forskningspartner og samlet få større tilslag i forskningsprogrammer innen EU, men også øke samarbeidet med eks USA, Kina og India. Programforslaget om "Klimaeffekter på primærnæringene - tilpasninger og tiltak" lansert gjennom Nordisk Ministerråd er et annet eksempel på muligheter for nordisk samarbeid om landbrukets klimautfordringer kommende år. Landbruk og Matdepartementets stortingsmelding om landbrukets klimautfordringer følger opp internasjonalt forskningssamarbeid ved prioriteringer mot både

USA og Canada. Landbruksforskningen har allerede etablert slike kontakter og det forventes en styrking av denne forskningen med et større fokus på felles "nordlige" problemstillinger innen klimautfordringene.

Landbruksforskningen er avhengig av aktuelle forskningsprogrammer dersom en målrettet skal fokusere mer på effektene av klimaendringene og på framtidige tilpasninger. NORKLIMA er et slikt program, men det skal dekke mange sektorer. Landbrukets klimautfordringer har ikke vært spesielt prioritert her og for 2008 var det en egen utlysning om klima på Matprogrammet til NFR. Det er forventet flere målrettede utlysninger framover bla. av mer tverrfaglig samarbeid både innen landbruksforskningen, men også knyttet til det mer samfunnsfaglige miljøet som eks Bygdeforskning, NILF, NIBR, CICERO for å nevne noen.

Nye muligheter

Den tradisjonelle landbruks og miljøforskningen sitter på stor kunnskap som kan utnyttes i klimasammenheng om man ser mulighetene og aktivt satser i mer utradisjonelle samarbeidskonstellasjoner. Et eksempel på dette er samarbeidet mellom norske forskningsmiljø med bl.a Bioforsk og UMB som sammen med svenske og indiske forskningsmiljø og næringslivssamarbeid satser på utnyttig av alger til energiproduksjon. Det forskes på hvordan alger vha utnyttelse av solenergi og CO₂ kan produsere biomasse og fornybar energi (hydrogengass). Dette illustrerer også at kunnskapen /grensene mellom tradisjonelle landbruksforskning stadig kan endres.

Landbruksforskningen har også muligheter til å bidra med kunnskap til klimautfordringene internasjonalt. Eksempler på dette er matproduksjon i områder med tørke som vil påvirke knapphet på vann og matvaresikkerhet. Ved en økende befolkning i verden er det behov for både mer mat, mer vann og dette vil også påvirke norsk landbruk og forskningen.

Fremtidige klimaendringer vil kunne ha positive effekter på produksjons og avlingspotensiale for jordbruksvekster fremover. Samtidig er det krav til miljøhensyn ved ulike dyrkingssystemer. Jordbruksforskningen står her ovenfor viktige oppgaver fremover der også miljø og klimamerking av jordbruksprodukter må tas hensyn til i videre forskning.

Hvordan vil endret klima påvirke overvintring og grasvekst i Norge?

Klimaet er i rask endring. Konsekvenser for grasproduksjon i 2071-2100 er inntil tre måneder lengre vekstsesong, med mulighet for å øke antallet høstinger og/eller forlenge beitesesongen i tilsvarende grad. Risikoen for frostskafer om høsten/vinteren og isdekkeskader vil minke de fleste steder i følge modellberegninger for seks steder, mens risikoen for frostskafer etter vekststart vil øke noe enkelte steder langs kysten.

Mats Höglind¹, Stig Morten Thorsen¹, Liv Østrem¹ og Marit Jørgensen²

¹Bioforsk Vest, ²Bioforsk Nord

mats.hoglund@bioforsk.no

Hvordan vil graset vokse når våre barnebarn har tatt over? Her presenterer vi noen scenarier for klimaendring og konsekvenser for grasvekst.

Klimascenarier

Vi har studert klimascenarier fra DNMI som finnes tilgjengelig for nedlastning fra web-siden <http://noserc.met.no/effect/dynamic/stasjoner/index.html>, der en også kan lese mer om hvordan scenariene er beregnet. Vi har brukt scenarier fra modellen HADAm3 med to utslippsalternativ. A2 representerer et mer pessimistisk alternativ med større klimagassutslipp enn B2. Vi har sammenliknet med data fra kontrollperioden 1961-1990 fra samme nedlastingssted. Scenariene omfatter temperatur og nedbør på døgnbasis og finnes tilgjengelig for en rekke steder. Vi har studert scenarier for Sola i Rogaland, Blindern i Oslo, Løken i Valdres, Værnes i Nord-Trøndelag, Bodø i Nordland og Tromsø i Troms. Kort oppsummert vil gjennomsnittstemperaturen øke alle måneder alle steder, og økningen vil være størst om høsten og i A2-scenariet. Gjennomsnittlig årsnedbør vil øke med 5 til 162 mm i A2 og med 53 til 184 i B2. Det vil komme mer nedbør om høsten alle steder mens det vil komme mindre om vinteren og sommeren enkelte steder og mer andre steder. Scenariene indikerer ikke vesentlig endret variasjon for temperatur og nedbør i fremtiden sammenliknet med i dag. Det vises til web-siden for detaljerte scenarier.

Effekter på overvintring

For å få en indikasjon på hvordan graset vil overvintrere i fremtiden, har vi beregnet en serie klimaindekser. Indeksene bygger på arbeidet til Belanger *et al.* (2002) fra Canada, men flere av dem er modifisert for bedre

å fange opp de stressfaktorer som er viktige under norske forhold. Vi har i tillegg laget egne indekser for faktorer som ikke ble tatt opp i den kanadiske studien. Vi har beregnet indekser for kontrollperioden og A2-scenariet. Tabell 1 viser indekser for frostskaferisiko om høsten, vinteren og våren og antall perioder med isdekke med varighet over 7 dager for Sola, Værnes og Løken. Det er ikke plass til resultatene for Blindern, Bodø og Tromsø i tabellen men de blir oppsummert i teksten nedenfor og presentert i detalj under Bioforsk-konferansen. I tabellen er «høst» definert som perioden fra vekst avslutning til 31. desember. «Vinter» er perioden fra 1. januar til vekststart. «Vår» er perioden etter vekststart. Vekststart er den første perioden med 5 dager på rad med døgnmiddeltemperatur ved bakken over 5 °C. Vekst avslutning er den første perioden med 5 dager på rad med døgnmiddeltemperatur ved bakken under 5 °C.

På Sola er det ingen dager med snødybde > 1 dm i dag i et gjennomsnittså, og det samme vil gjelde i fremtiden. På Løken og Værnes vil tilsvarende periode minke med omtrent en måned (tabell 1), i Oslo og Bodø med halvannen til to måneder og i Tromsø med fire måneder (ikke vist). Risikoen for frostskafer om høsten vil minke samtlige steder unntatt Tromsø der risikoen vil øke noe. Risikoen for frostskafer om vinteren vil minke samtlige steder unntatt Oslo og Tromsø der den vil øke noe. En viktig forklaring til at risikoen vil øke enkelte steder og minke andre steder er variasjon i snødekke i forhold til når frosten inntreffer: enkelte steder vil det ligge et isolerende snødekke over plantene når det blir frost mens andre steder inntreffer frost når det ikke er snø. I motsetning til høst og vinter ser det ut til at risikoen for

Tabell 1. Snødekke, dager med frostskaferisiko, og perioder med isdekke på Sola i Rogaland, Værnes i Nord-Trøndelag, og Løken i Valdres i kontrollperiode 1961-1990 og scenarieperioden A2 2071-2100.

	Sola		Værnes		Løken	
	Kontroll 1961-1990	A2 2071-2100	Kontroll 1961-1990	A2 2071-2100	Kontroll 1961-1990	A2 2071-2100
Snødekke > 1 dm, dager	0	0	29	2	158	123
Dager om høsten med frostrisiko ¹⁾	4	0,9	16,6	5,2	7,2	6,9
Dager om vinteren med frostskaferisiko ²⁾	1,2	0,2	3,6	2,3	0,3	0,3
Dager om våren med frostskaferisiko ¹⁾	0,7	1,9	0,1	0,9	0	0
Perioder med isdekke som ligger > 7 dager ³⁾	0,5	0	0,9	0,3	2,7	2,1

¹⁾ Dager med minimums-temperatur ved jordoverflaten < -5 °C, som tilsvarer tålegrense for uherdet gras, uansett art

²⁾ Dager med minimums-temperatur ved jordoverflaten < -9 °C, som tilsvarer tålegrense for noenlunde godt herdet raigras

³⁾ Normalt vil bare deler av feltet være isdekket når tabellen angir isdekkerisiko, men hvis feltet er horisontalt og har dårlig overflateavrenning vil hele feltet kunne få isdekke. Raigras tåler normalt 1-2 uker med tett isdekke; timotei tåler ca 4-6 uker

frostskafer etter vekststart vil øke noe på Sola, Værnes og i Bodø. Forklaring er en tidlig vår med vekslende temperaturer som kan gi vekststart etterfulgt av kuldeperiode på disse kyststedene. Risikoen for isdekke vil minke alle seks steder.

Effekter på vekstsesonglengde og temperatur i vekstsesongen

Vekstsesongen vil øke med en drøy måned på Løken, halvannen i Oslo, to på Værnes, Bodø og Tromsø og nesten tre på Sola. Temperatursummen i vekstsesongen (basistemperatur 0 °C) vil øke med mellom 800 og 1100 døgngreder og mest på Sola. Hvis en sammenlikner steder og perioder kan en si at vekstsesongen på Løken og Holt vil bli like lang som på Værnes i dag men med noe høyere gjennomsnittstemperatur i vekstsesongen. Sesongen i Oslo og på Værnes vil bli like lang som på Sola i dag men med en del høyere gjennomsnittstemperatur og i Bodø blir sesongen nesten like lang som på Sola i dag. Kysten i Nederland og Belgia har i dag et temperatorklima som noenlunde tilsvarer det Sola vil få i 2071-2100.

Effekter på antall høstinger og avling

Første slått på Sola vil kunne tas omtrent to uker tidligere i scenarieperioden sammenliknet med kontrollperioden. Beregninger for de andre fem stedene i studien vil bli presentert på Bioforsk-konferansen. Det betyr tidlig mai hvis en ser for seg slått i begynnelsen skyting for å sikre god førkvalitet. I Nederland slår en ofte i begynnelsen av mai i dag. Den høyere sommertemperaturen gjør at avstanden mellom etterfølgende høstinger kan reduseres med ca en uke

i forhold til i dag hvis en ønsker samme kvalitet. En kan regne med 500-600 døgngreder mellom høstinger for god raigraskvalitet. Det er vanskelig å angi eksakt hvor stor meravling og hvor mange flere avlinger en kan regne med. Sortsmateriale og ønske om avling og førkvalitet vil påvirke dette. I Nederland tar en 3-5 høstinger per år i dag og en kombinerer ofte slått og beiting slik at det laveste tallet gjeller hvis en beiter. Bruttoproduksjonen på vannholdende nederlandsk jord ved optimal N-gjødsling og bruk av raigras beregnes å være 1300 kg TS/daa i dag. Værlag under høsting og beiting påvirker hvor stor nettoen blir.

Oppsummering

Våre beregninger basert på nedskalerte klimascenarier fra DNMI for seks steder antyder at vekstsesongen vil bli en til tre måneder lengre i 2071-2100 sammenliknet med 1961-1990. Dette vil føre til at en kan ta minimum en ekstra slått per år og/eller at en kan utvide beitesesongen. Risikoen for frostskafer om høsten/vinteren og isdekkeskader vil minke de fleste steder, mens risikoen for frostskafer etter vekststart vil øke noe enkelte kyststeder.

Finansiering

Arbeidet er gjennomført innenfor WINSUR SIP med støtte fra Norges forskningsråd.

Referanse

Bélanger, G., P. Rochette, Y. Castonguay, A. Bootsma, A. Mongrain & D.A.J. Ryan. 2002. Climate Change and Winter Survival of Perennial Forage Crops in Eastern Canada. *Agron. J* 94:1120-113.

Økning i vekstsesongen de siste 20 åra basert på jordtemperatur

Jordtemperatur brukes flittig av agronomer for å bestemme når det er på tide å sette i gang tiltak i våronna. Når jordtemperaturen stiger over 5 °C om våren regnes vekstsesongen for å være i gang. Klimatologer bruker derimot kriterier basert på temperaturen i lufta til å beregne tidspunkt for vekstsesongens start, slutt og lengde. Stemmer klimatologen og agronomens tilnærming overens? Kan jordtemperaturer tilføre oss kunnskap om klimaendringer utover luftas temperatur?

Trond Rafoss
Bioforsk Plantehele
trond.rafoss@bioforsk.no

Innledning

De siste årene har en rekke studier rapportert om endringer i lengden av den generelle vekstsesongen, både basert på klimatologiske og fenologiske data. Formålet med flertallet av disse studiene har vært å undersøke og eventuelt påvise endringer i klimaet, enten direkte gjennom klima indekser beregnet ut fra måleserier for lufttemperatur (Walther & Linderholm 2006), eller indirekte via fenologiske faser som tjener som såkalte proxy-variable for temperatur (Menzel *et al.* 2006; Karlsen *et al.* 2007). De indirekte indeksene har vist seg å være spesielt stabile som målemetoder på våren siden fenologiske hendelser som blomstring og lauvsprett hovedsakelig er regulert av temperaturen etter at vinterkvilen (dormansen) er brutt. Andre studier tar for seg prognoser for videre endringer i vekstsesong basert på klimascenarier og klimaprediksjonsmodeller (f. eks. Skaugen & Tveito 2004).

Målet for studiet som presenteres her er først og fremst å undersøke nærmere hva de dokumenterte klimaendringene kan bety for vekstsesongen i en jordbruksammenheng og i hvilken grad disse endringene gjenspeiles i landbruksmeteorologiske måledata. Ikke desto mindre holdes muligheten åpen for hva en landbruksmeteorologisk eller agronomisk tilnærming kan tilføye av kunnskap om klimaet av ny og generell art.

Materiale og metoder

Jordtemperatur inngår ikke i det som betraktes som standard meteorologiske elementer. Den generelle meteorologien konsentrerer seg om prosessene i atmosfæren, og temperaturen i jorda ligger derfor i utkanten av interesseområdet. Standardiserte målninger, som ellers tilstrebes, lar seg vanskelig gjøre for

jordtemperatur siden jordas egenskaper kan variere mye fra sted til sted. For jordbruket derimot er jordtemperatur ettertraktet informasjon. I Norge finnes et eget nettverk av landbruksmeteorologiske målestasjoner der temperatur måles i jorda på dybdene 10 cm og 20 cm ved de fleste stasjonene (også 1 cm og 50 cm ved en rekke stasjoner). Disse automatiske målestasjonene som drives av Bioforsk Plantehele under prosjektet Landbruksmeteorologisk tjeneste, er lokalisert til de viktigste jord- og hagebruksdistrikt. Måleseriene dekker dermed de klimatiske sett mest gunstige områdene for jord- og hagebruk her i landet. Til sammenligning dekker Meteorologisk institutts målestasjoner de mer ekstreme lokaliteter i forhold til farlig vær, i tråd med det nasjonale ansvaret instituttet har for sikring av liv og verdier. Imidlertid inngår ti av målestasjonene driftet av Landbruksmeteorologisk tjeneste som offisielle målestasjoner tilknyttet Meteorologisk institutt. De første automatiske landbruksmeteorologiske målestasjonene ble satt i drift i 1987 og de lengste måleseriene strekker seg derfor nå over tjue år bakover i tid. Dette utgjør fremdeles bare 2/3 av det som i klimatologisk sammenheng kreves for å beskrive klimaet over en tidsperiode (normalperiode) og er derfor i korteste laget når det skal trekkes klimatiske konklusjoner. Målestasjonenes plassering i forhold til jordbruksaktivitet og utviklingen i værforholdene i denne perioden gjør det likevel interessant å foreta en oppsummering, ikke minst ut fra en praktisk jordbruksfaglig synsvinkel.

Når jordtemperaturen stiger over 5 °C om våren regner plantedyrkere vekstsesongen for å være i gang. Et tilsvarende kriterium for å bestemme dette tidspunktet ut fra lufttemperatur er når døgngmid-

deltemperaturen for første gang holder seg over 5 °C i fem påfølgende døgn. I det følgende oppsummeres de foreløpige resultatene fra en analyse av måledata for luft- og jordtemperatur fra Landbruksmeteorologisk tjeneste etter disse to kriteriene. Lufttemperatur målt i 2 meters høyde og jordtemperaturer målt i henholdsvis 10 og 20 cm dybde inngikk i analysene. Statistisk sikkerhet i trendene (signifikans) er undersøkt med Mann-Kendalls metode.

Foreløpige resultater

For de fleste målestasjonene som inngikk i undersøkelsen indikerte måleserien en trend mot tidligere start på vekstsesongen. For lufttemperatur gjaldt dette for 37 av 39 undersøkte måleserier, mens det for jordtemperatur var tilfelle for henholdsvis 33 (jord 10 cm) og 35 (jord 20 cm) stasjoner. Av disse igjen var trendene mot tidligere vekstsesongstart statistisk sikre for henholdsvis 19, 11 og 12 stasjoner (luft 2 m, jord 10 cm og jord 20 cm). I gjennomsnitt startet vekstsesongen 1,5 døgn tidligere for hvert år dersom man benyttet kriteriet basert på lufttemperatur, mens tilsvarende for jordtemperatur var henholdsvis 1,0 døgn per år for jordtemperatur i 10 cm og 0,8 døgn per år for jordtemperaturen målt i 20 cm. Omregnet til en forskyving av vekstsesongstart for hele perioden tilsvarer dette henholdsvis hele 30, 20 eller 16 døgn tidligere start enn for 20 år siden! Disse re-

sultatene tyder først og fremst på at jordtemperatur gir et mer konservativt estimat på endring av tidspunkt for start på vekstsesongen. Et annet mønster som kom frem i måleseriene var at hoveddelen av bidraget til trenden kom fra siste halvdel av perioden. I gjennomsnitt var det 16 år med tilgjengelige data fra hver av målestasjonene med sikre trender.

Referanser

- Karlsen, S.R., I. Solheim, P.S.A. Beck, K.A. Høgda, F.E. Wielgolaski & H. Tømmervik. 2007. Variability of the start of the growing season in Fennoscandia, 1982-2002. *Int. J. Biometeorol.* 51(6):513-524.
- Menzel, A., T.H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm-Kübler, P. Bissolli, O. Braslavská, A. Briede, F.M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, Å. Dahl, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jatczak, F. Måge, A. Mestre, Ø. Nordli, J. Peñuelas, P. Pirinen, V. Remišová, H. Scheffinger, M. Striz, A. Susnik, A.J.H. Van Vliet, F-E. Wielgolaski, S. Zach & A. Zust. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12(10):1969-1976.
- Skaugen, T.E. & O.E. Tveito. 2004. Growing season and degree-days scenario in Norway for the period 2021-2050 compared to the normal period 1961-1990. *Climate Research* 26:221-232.
- Walther, A. & H.W. Linderholm. 2006. A comparison of growing season indices for the Greater Baltic Area. *Int. J. Biometeorol.* 51(2):107-118.

Ugrassituasjonen ved endret klima og mer høstkorndyrking

Med et endret klima forventes mer høstkorndyrking. Etablerte arter som kveke og åkertistel kan bli et større problem. Ugras som åkerkvein og åkerreverumpe, utbredt lenger sør i Europa, kan bli et problem også i Norge. Vi ser for oss mer høstsprøyting, og større fare for utvikling av herbicidresistens.

Kirsten Semb Tørresen, Jan Netland og Trond Rafoss
Bioforsk PlanteHelse
kirsten.torresen@bioforsk.no

Klimaet i Norge de neste 50-100 år forventes å endres mot en høyere temperatur, et nytt nedbørsmønster med mindre nedbør om våren og mer om høsten, samt mer variabelt vær (ekstremvær) særlig om høsten og vinteren (<http://regclim.met.no>). En tørrere vår og forsommer vil gi økt risiko for forsommertørke som kan føre til redusert avling for vårkornet, mens høstkornet vil ha bedre evne til å motstå tørken. En mindre streng vinter vil i utgangspunktet gi bedre muligheter for overvintring, mens mer ustabile værforhold kan gi dårligere overvintring. Et endret klima og mer høstkorn kan påvirke ugrassituasjonen.

Konsekvens av utvidet vekstperiode høst og vår

En lengre vekstsesong kan være fordelaktig for en del kulturer, men det vil også være en betydelig risiko for at mange skadegjørere får lengre tid å utvikle seg på og således gi større skader. I det strategiske instituttprogrammet WINSUR har vi undersøkt betydningen av økt temperatur og økt CO₂-konsentrasjon om høsten på kveke, åkertistel og åkerdylle. Foreløpige resultater viser at spesielt kveke, men også åkertistel kan vokse lenger utover høsten dersom temperaturen økes med 2-2,5 °C i forhold til vanlig utendørs temperatur (Tørresen *et al.* 2008). For kveke ga dessuten økt CO₂-nivå noe mer underjordisk plantemasse. Dette vil kunne gi et forbedret utgangspunkt for vekst og konkurransevne den påfølgende vekstsesong dersom ikke tiltak blir satt inn. Åkerdylle visnet ned tidlig om høsten. Åkertistel og åkerdylle bekjempes i konvensjonell dyrking med herbicider i voksende kornåker. En lengre høst kan føre til at det blir mer aktuelt å bekjempe åkertistel også om høsten med glyfosat. For kveke vil en lengre høst kunne gi bedre

forhold for å sette inn tiltak. Dette vil være spesielt viktig ved høstkorndyrking. I dag såes høstkornet i Norge innen 15. september eller noe seinere. Ved en sein høsting av foregående kultur har en ofte ikke tid til at kveka utvikler nok plantemasse for god effekt av glyfosat. Kan høstkornet såes 3-4 uker seinere enn i dag (jfr. Danmark) vil det lette bekjempingen av kveke. Men likevel vil en nok få mer problem med kveke ved høstkorn- enn ved vårkorndyrking. Klimascenariene viser samtidig at høstene blir våtere noe som kan begrense muligheten for kjemiske og særlig mekaniske tiltak. Dette kan få negative konsekvenser for økologisk plantedyrking som alt i dag sliter med disse artene. Økt CO₂-konsentrasjon kan føre til at ugras blir mer tolerant overfor glyfosat (Ziska & Teasdale 2000).

Konsekvens av større variasjon i været (ekstremværepisoder)

Større variasjon i været kan gjøre det vanskeligere å komme ut på jordet. Mulighetene for jordarbeiding, såing, mekaniske tiltak og sprøyting, og gjennomføring av tiltakene til riktig tid blir dermed redusert. Dette kan øke ugrasproblemene. Bøndene kan ønske å utføre "forsikringsprøyting" når værforholda er gode, uten at utviklingsstadiet til ugraset er optimalt eller uten at det er behov for tiltak. Det vil trolig bli et krav om ytterligere reduksjon i jordarbeidinga for å unngå erosjon og utvasking. Dette kan gi økt behov for tiltak mot ugras.

Konsekvens av økt temperatur og CO₂-konsentrasjon i vekstsesongen

Økt CO₂-konsentrasjon og økt temperatur opp til et visst optimum kan fremme plantevekst, mens

svært høye temperaturer er negativt. Temperaturen kan også påvirke hvor raskt ugras og kultur utvikler seg. Hvordan dette vil slå ut i en konkurransesituasjon i kornåkeren vil avhenge av ugras og kultur. I amerikanske studier med økt CO₂-konsentrasjon var dette vanligvis til fordel for ugraset og med risiko for avlingsreduksjon (Ziska 2000).

Introduksjon og etablering av potensielle nye ugrasarter

Vinterettårige grasarter som åkerkvein (*Apera spica-venti*), åkerreverumpe (*Alopecurus myosuroides*), en vintertype av floghavre (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*), faks-arter (*Bromus* spp.) og raigras-arter (*Lolium* spp.), som i dag er utbredt mer sør for oss, er eksempler på ugras som kan bli mer vanlig med varmere klima og mer høstkorn i Norge.

Åkerkvein og åkerreverumpe fins i Norge, men er ikke problematiske som ugras. Åkerreverumpe er utbredt i Sverige i vestre Skåne og på Gotland, i Danmark og resten av Nord-Europa på relativt tung jord, mens åkerkvein har størst utbredelse på lettere jord i sørøstlige deler av Sverige opp til Uppsala, i Danmark og Øst-Europa (Andersson & Milberg 2002, Melander et al. 2008). Disse artene favoriseres av mye høstkorn i vekstskiftet og redusert jordarbeiding (Melander et al. 2008). Spørsmålet er om det er vinterklimaet, høstkorndyrking eller andre faktorer som bestemmer utbredelsen nordover.

For å undersøke effekt av vinterklima er det i regi av WINSUR under kontrollerte forhold undersøkt frosttoleranse til svensk og dansk økotype av åkerkvein og åkerreverumpe i sammenlikning med en norsk økotype av markrapp (Tørresen et al. upubl.). Foreløpige resultater viste at åkerkvein har bedre frosttoleranse enn markrapp og derfor er vår konklusjon at den vil kunne overleve en norsk vinter. Åkerkvein trives på lettere jordarter og kanskje vil heller jordarten være begrensende på utbredelsen enn vinterklima. Åkerreverumpe hadde omtrent samme frosttoleranse som markrapp, men vinteren kan være en begrensende faktor på utbredelsen (Andersson & Milberg 2002). Den kan trolig ha et potensial som ugras i Norge. Hvordan disse spres, vil også påvirke om de blir et problem i Norge.

Behov og metoder for bekjempelse

Mer høstkorndyrking, redusert jordarbeiding og nye ugrasarter vil øke behovet for bekjemping. I høstkorn

har det til nå vært mer effektivt å bekjempe frøugras om våren enn om høsten. Unntaket er tunrapp og markrapp som er effektivt å bekjempe om høsten. Med mer og nye høstspirende arter vil det være større behov for høstsprøyting, noe som er utbredt i Danmark i dag. Det finnes herbicider som kan bekjempe grasugras i hvete, men ut fra erfaringer sørover i Europa utvikler åkerkvein og åkerreverumpe raskt resistens mot disse (<http://www.weedscience.org>). Ensidig høstkorndyrking med bruk av herbicid med samme virkemekanisme vil fremme utvikling av resistens. Metoder hentet fra sørligere områder må tilpasses norske forhold. Selv om mye tyder på at tilgang på egnede kjemiske plantevernmidler slik vi kjenner dem i dag vil bli redusert, tilsier mange av punktene ovenfor at en kan forvente økning i bruk av ugrasmiddel i konvensjonelt landbruk særlig i de store kulturene i lang tid framover. Økt herbicidresistens og få eller ingen aktuelle preparater vil kreve innføring av nye preparater og utvikling av alternative metoder.

Behov for ny kunnskap

Det er behov for kunnskap om hvordan ugras opptrer under ulike klimatiske forhold med formål å utvikle scenarier og modeller som grunnlag for utarbeiding av beslutningsstøttesystem for forvaltning og dyrkere, og kunnskap om hvordan utvidet vekstperiode og endret jordarbeidingspraksis påvirker bruken av plantevernmidler.

Referanser

- Andersson, L. & P. Milberg. 2002. Vilka gräs blir ogräs? - groingsegenskaper och klimat sätter gränser för annueller. FAKTA Jordbruk nr. 4 2002, 4 pp.
- Melander, B., N. Holst, P.K. Jensen, E.M. Hansen & J.E. Olesen. 2008. *Apera spica-venti* population and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. Weed Res. 48:48-57.
- Tørresen, K.S., T. Rafoss & L. Mortensen. 2008. Climate change effects in perennial weeds at high latitudes. WMO/COST734 Symposium on Climate Change and Variability - Agro Meteorological Monitoring and Coping Strategies, Oscarsborg, Norway, Bioforsk FOKUS 3(8):48.
- Ziska, L.H. 2000. The impact of elevated CO₂ on yield loss from a C-3 and C-4 weed in field-grown soybean. Global Change Biol. 6:899-905.
- Ziska, L.H. & J.R. Teasdale. 2000. Sustained growth and increased tolerance to glyphosate observed in a C-3 perennial weed, quackgrass (*Elytrigia repens*), grown at elevated carbon dioxide. Australian J. Plant Physiol. 27:159-166.

Vinterbiologi i endret klima — begrenset lystilgang

Med de ventede klimaendringene, vil vekstsesongen forskyves i forhold til innstråling. Høyere temperatur, sein høst og tidlig vår gjør at temperaturen vil være høy nok for vekst en større del av året enn i dag. Det er usikkert om innstråling er tilstrekkelig til at plantene kan utnytte den økte temperaturen og hvordan en forskyving av vekstavslutning påvirker herdeprosessene.

Hans Martin Hanslin
Bioforsk Vest
hans.martin.hanslin@bioforsk.no

Bakgrunn

Vekstsesongens lengde (døgnmiddel $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) har allerede fra 1982 til 2002 økt med over 4 uker i store deler av lavlandet (Miljøstatus i Norge). Dette er en kombinasjon av tidligere vekststart på våren og senere vekstavslutning på høsten. Temperaturøkningen er forventet å være større om høsten (inntil $4\text{ }^{\circ}\text{C}$) enn resten av året ($2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$). En modellering og nedskalering av A2 og B2 scenariene for klimautslipp (DNMI, <http://noserc.met.no/effect/dynamic/stasjoner/index.html>) viser at en kan forvente en økning i vekstsesongens lengde fra 234 til 315 dager på Jæren og fra 182 til 244 dager på Værnes i perioden 2071-2100. I begge ender av vekstsesongen vil en ha en kombinasjon av lav temperatur og lite lys og det er ikke gitt at en økning i temperatur vil ha en positiv effekt på plantene. Spesielt på høsten kan lite lys være kritisk for herding av plantene.

Hvordan plantene reagerer på kombinasjonen lite lys og lav temperatur avgjøres av flere prosesser: assimilasjon, allokering, respirasjon og herding. For alle disse er det stort sett et samspill mellom temperatur og lys. Respirasjon avtar mye med synkende temperatur, så mindre lys behøves for å nå kompensasjonspunktet ved lav temperatur. Plantene kan derfor holde en positiv netto assimilasjon selv ved lave lysnivåer om høsten. Det er oftest en forsinkelse i temperatur senking i jord slik at røttene kan vokse lenger utover høsten enn skuddene. Når temperaturen blir så lav at også rotveksten stopper opp, får en opphopning av karbohydrater i planten.

Innstråling både før og under herding er viktig for hastigheten og maksimalt herdenivå i plantene og herding under lite lys er mindre effektivt enn under

mye. Ettersom veksten oftest er mer begrenset av lav temperatur enn fotosyntesen, akkumuleres karbohydrater i plantene ved lave temperaturer og tilstrekkelig innstråling. Denne endringen i "source-sink" forhold for karbohydratene gir en ubalanse i cellens energinivå og fotosystemenes oksidasjonsnivå som setter i gang herdingen.

Metoder

Vi har gjennomført flere forsøk i WINSUR som går på problemstillinger rundt lite lys og lav temperatur, hovedsakelig med raigras, timotei og vinterhvetete. Her presenteres en del av resultatene for vinterhvetete som belyser responser ved lite lys og lav temperatur.

Gassutveksling

Gassutveksling fra små bestand med småplanter av vinterhvetete ble målt under ulike og varierende temperaturforhold ved 8 timers daglengde. Plantene ble først dyrket enten ved konstant $+6$, $+3$ eller $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, deretter ble de dyrket ved konstant $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$, eller ved fluktuerende 0 til $+6$, eller -3 til $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vekst vinterhvetete under kontrollerte forhold

Vinterhvetete ble gitt en av tre ulike lysnivå 100 , 200 and $400\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ i en 11 timers dag i tillegg til dagslys, eller en behandling hvor lysnivå varierte mellom 50 og $400\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ annenhver dag. Total PAR var $9,0$, $13,0$, $21,0$ og $13,9\text{ mol m}^{-2}\text{ dag}^{-1}$ i de respektive behandlingene og tilsvarer henholdsvis omtrent lysnivå på Ås i februar/mars og oktober, mars og september/oktober, og mars/april og tidlig september. Lysbehandlingene ble gitt ved to fluktuerende temperaturnivå med $8,0$ eller $10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i gjennomsnitt. Temperaturen økte progressivt gjennom lysperioden fra hhv. 2 og $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ til maksimum på

hhv. 12 og 15 °C og ble senket tilsvarende i løpet av mørkeperioden.

Vekst vinterhvetete i "open-top" kamre

Som del av et større forsøk i "open-top" kamre der en så på kombinerte effekter av temperatur og CO₂ på høstvekst ble det inkludert en behandling med skygging av planter. 30 % reduksjon av innstråling ble gitt helt fra spiring og vinterhvetete i 10 L pletter ble høstet i perioder utover høsten fram til første frost for bestemmelse av biomasse og frysetoleranse.

Resultater

Gassutveksling

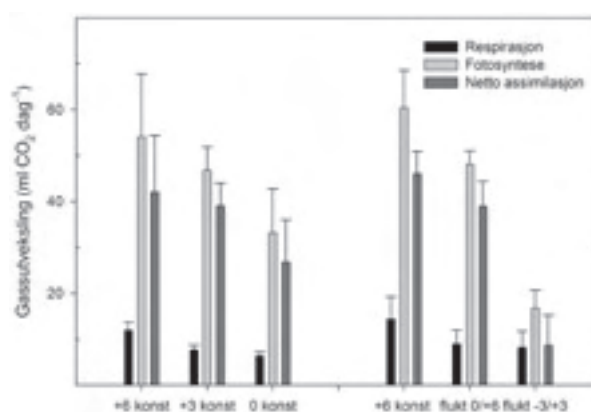
Respirasjon var lav uten store forskjeller mellom temperaturbehandlingene (figur 1). Fotosyntesen avtok noe med synkende temperatur under konstante forhold slik at netto assimilasjon per døgn ved 0 °C var omtrent 65 % av netto assimilasjon ved 6 °C. Under varierende temperaturforhold hadde planter som opplevde en temperaturstigning fra 0 til 6 °C i lysperioden fortsatt rundt 85 % av netto assimilasjon per døgn for planter ved konstant 6 °C.

Når temperaturen svingte mellom -3 og +3 °C ble det tele i jorda. Dette ga store utslag på fotosyntesen. I perioden før isen tinte hadde plantene negativ eller lav netto assimilasjon, men når jorda ble frostfri steg gassutvekslingen til rundt 50 % av fotosyntesen ved konstant +6 °C ved slutten av lysperioden. Så lenge jorda var frostfri, viste fotosyntesen en rask respons på lys, men maksimal fotosyntese ble ikke nådd før 4-5 timer inn i lysperioden.

Hvordan gir det seg utslag i vekst?

Forsøk under kontrollerte forhold viste at plantene er i stand til å utnytte lave lysnivåer ved økt temperatur, men det var klare forskjeller mellom sorter. Når temperaturen økte fra 2 til 12 °C i lysperioden var ikke plantene i stand til å utnytte over 200 μmol m⁻² s⁻¹, mens de ved en økning av gjennomsnittstemperaturen på 2,5 °C var begrenset av lys, og viste en kraftig økning i vekst med økende lys. Både total biomasse og antall nye skudd økte mer med innstråling ved høyere temperatur. Disse responsene gjelder for Bjørke, men ikke for Portal som ikke i samme grad var i stand til å utnytte en temperaturøkning ved lave lysnivåer. Ingen av sortene klarte å utnytte den variable lystilgangen i kombinasjonen 50/400 μmol m⁻² s⁻¹ som ga mindre vekst enn behandlingen med 200 μmol m⁻² s⁻¹ ved omtrent samme gjennomsnittlige

innstråling per døgn. Det betyr i praksis at enkelte dager med høy innstråling ikke kan kompensere for dager med lav innstråling 400 μmol m⁻² s⁻¹ tilsvarer en klarværsdag i Sør-Norge i september eller slutten av mars. En 30 % lysreduksjon i "open-top" kamre ga noe forskjellig allokering av biomasse (mindre bladareal og stengelbiomasse), men omtrent samme totale biomasse som planter dyrket uten skygge i perioden fra midt i september til slutten av november (sortene Ritmo og Magnifik). Skyggede planter hadde en 2-4 °C lavere frosttoleranse enn kontrollplantene i november og ville dermed vært noe mer utsatt for frostskafer.



Figur 1. Gassutveksling i små bestand av vinterhvetete under kontrollerte konstante (0, +3 og +6 °C) og fluktuerende (0 til +6 °C og -3 til +3 °C) lufttemperaturer. Søylen viser gjennomsnitt over 3-dagers perioder (± SD).

Konklusjoner

Vinterhvetete vil være i stand til å utnytte en økt temperatur høst og vår til økt vekst. Forsøkene viser at en viss forskyving av vekstsesongen mot mindre innstråling ikke forventes å gi store utslag på vekstresponsene hos vinterhvetete i Sør- og Midt-Norge. Derimot gir dette muligheter for å øke områdene for dyrking av vinterhvetete og for senere såing om høsten. Det vil likevel gå en grense for dyrkingsområder for vinterhvetete da de forventede endringene i vekstsesongen skyver deler av veksten ut i perioder med svært lav innstråling (november-februar). Dette gjelder både Midt- og Sør-Norge og går ut over både vekst og herding. En grov modellering av responser i forhold til lysnivå og forventede temperaturer gjennom sesongen kan gi et bedre bilde på dyrkingsmulighetene for vinterhvetete i et varmere klima.

Vinterbiologi i endra klima – vassoverskot

Vassoverskot om hausten og vinteren har i forsøk ikkje gitt eintydig negativ effekt på frosttoleranse i timotei og engelsk raigras. Dette betyr at risikoen for at meir regn skal svekke overvintringa kan vere mindre enn venta. Temperatur er truleg ein viktig tilleggsfaktor både om hausten, der planter ved høg temperatur vil trengje vatn, eller om vinteren der høg temperatur og vassoverskot kan hemme omsetninga og dermed svekke plantene.

Liv Østrem¹, Mats Höglind¹ og Marit Jørgensen²

¹Bioforsk Vest, ²Bioforsk Nord

liv.ostrem@bioforsk.no

Oksygenmangel ved vassoverskot

Klimaprognosar antydar nedbørsauke om hausten med inntil 50 mm auke pr måned, dessutan meir ekstrem nedbør i vinterhalvåret (fleire episodar med kraftig nedbør i løpet av kort tid), særleg langs kysten. Planter blir utsett for oksygenmangel når vassoverskotet i jorda er større enn feltkapasiteten, og luftromma blir fylte med vatn. Dette skjer lettast på tette jordartar med stort torv- eller siltinnhald, og tilstanden kan oppstå ved regn eller ved snøsmelting. Anoxia, dvs. anaerob respirasjon, oppstår ved fullstendig O₂-mangel, eller hypoxia ved delvis O₂-mangel. Skaden på plantene skjer både i perioden med O₂-mangel og etter at O₂-mangelen er gjenoppretta (Biemelt *et al.* 1998). I WINSUR-prosjektet vart det gjennomført to forsøk for å sjå på effekten av vassoverskot i herdingsperioden og om vinteren når herdinga normalt er størst. I forsøk på Fureneset undersøkte vi korleis vassmetta jord i herdingsfasen påverka herding og dermed frosttoleranse ved avslutta herdingsfase. På Særheim undersøkte vi i kor stor grad overflatevatn om vinteren påverka frosttoleranse.

Vassmetting i herdingsperioden

Material og metode

Planter av timotei 'Grindstad' og fleirårig raigras ('Rikka', 'Ganne') vart planta i 10 l Kick-Brauckmann-potter, 10 planter pr potte, på Fureneset, Fjaler, Sogn og Fjordane, i juli 2006 og 2007. Pottene vart plassert ute, og plantene vart gjødsla og hausta etter normal praksis. Frå medio september vart plantene anten

vatna til feltkapasitet, dvs overskotet vart drenert bort, eller med lite vatn (mindre enn feltkapasitet) i herdingsperioden. Frosttoleransen vart testa i slutten av november begge år, 2 gjentak per behandling, 15 skot per gjentak og testtemperatur, og LT50 vart estimert ifølgje Larsen (1978).

Resultat og diskusjon

Frosttoleransen (LT50) for timoteisortane i slutten av november 2006 og 2007 (tabell 1) viste høgare frosttoleranse ved størst vassmengde i 2006 og motsett resultat i 2007. Trenden var den same for sortane av engelsk raigras, men med mindre skilnad mellom sortane. Frosttoleransen var både for timotei og engelsk raigras betre i 2007 samanlikna med året før, og av timoteisortane var 'Engmo' mindre påverka av ytre tilhøve enn 'Grindstad'.

Vassmettingsforsøka på Fureneset vart gjennomført i år med svært ulike temperaturvilkår for plantevekst. Gjennomsnittleg temperatur for perioden september-november var 10,5 °C og 7,5 °C for høvesvis 2006 og 2007. Dei høge temperaturane hausten 2006 gav kontinuerleg vekst, og planter med liten vassstilgang måtte truleg tære på næringsreservane i denne perioden fordi vassmangel reduserte bladutvikling og fotosyntese, mens planter med mest vatn vaks godt. I 2007 var temperaturen lågare og plantene med mest vatn kan ha fått for mykje for optimal utvikling. I tillegg til nedbør og temperatur vil næringstilgangen og event. fremjing av vekst også vere viktig for frost-

Tabell 1. Frosttoleranse (LT50, °C) i timoteisortar ved avslutta vekstsesong etter herdingsperiode med ulik vassinnhald i jord.

	November 2006		November 2007	
	Lite vatn	Mykje vatn	Lite vatn	Mykje vatn
'Engmo'	-16,5	-17,8	-20,8	-20,2
'Grindstad'	-14,1	-16,1	-20,4	-16,9

toleranse etter herdingsperioden. Om viktige næringsstoff vert vaska ut slik at plantene får ubalansert næringsinnhald, kan herdinga bli svekka. Dette kan ha skjedd i leddet med mest vatn hausten 2007, sjølv om næringsinnhaldet ikkje vart målt. At 'Engmo' var mindre negativt påverka av vassoverskot enn 'Grindstad' i 2007, kan vere eit resultat av at sorten har lågare respirasjon og dermed ikkje treng like mykje oksygen (Solhaug et al. 1985).

Overflatevatn om vinteren

Material og metode

Torver vart spadd opp 15. januar og 27. februar 2007 frå eit toårig felt med Riikka engelsk raigras på Særheim i Rogaland, gjødsla og hausta etter normal praksis. Torvene vart overført til plastkassar med ulik dreneringsgrad / vatningsregime for å simulere tre ulike vassforhold i felt: (1) Torvene vatna til feltkapasitet ca. tre gonger per veke; drenering i botn av kassane. (2) Torvene vart haldne vassmetta; drenering i sida av kassane i nivå med jordoverflata. (3) Torvene vart haldne under 5 cm overflatevatn; drenering i sida av kassane 5 cm over jordoverflata. Kassane vart plassert i tilfeldig rekkefølge i klimakammer med 4/1 °C dag/natttemperatur, samt 7 timar lys med lysintensitet tilsvarande gjennomsnittleg lys ute i forsøksperioden. Frosttoleransen vart målt ved start av forsøket, samt etter 1 og 4 veker vassbehandling (Larsen 1978). Det var 4 gjentak per behandling, 20 skot per gjentak og testtemperatur. Frosttoleransen er presentert som LT50.

Resultat og diskusjon

Frosttoleransen ved inntak frå felt var høvesvis -10,6 og -9,5 °C den 15. januar og 27. februar. Det var ikkje signifikant effekt av vassbehandling på frosttoleranse på nokon av tidspunkta (tabell 2). I den første perioden minka LT50 med 4 °C i løpet av dei fire vekene. I den andre perioden auka LT50 med omtrent 3 °C i den første veka, for deretter å minke i tilsvarande grad i

løpet av dei neste tre vekene. Overleving i skota som vart planta ut direkte utan frysebehandling viste heller ikkje forskjell i vitalitet mellom behandlingane.

Frosttoleransen var like god hos skot som hadde stått fire veker i jord med fem cm overflatevatn som hos skot som hadde stått i drenert jord. Resultata antyd at vassmetta jord og overflatevatn ikkje treng å vere negativt for frosttoleranse i milde vintrar med låge positive temperaturar. Det trengst fleire forsøk for å svare på kva som vil skje viss temperaturen er høgare enn dei 1-4 °C som vart brukt i dette forsøket, eller om perioden er mykje lengre enn fire veker. Generelt kan ein vente at vassmetting er meir negativt for kondisjonen til plantene jo høgare temperaturen er fordi åndinga er større og O₂-mangelen meir akutt (Crawford 2003).

Konklusjon

Vassoverskot om hausten og vinteren har i våre forsøk ikkje gitt eintydig negativ effekt på frosttoleranse i timotei og engelsk raigras. Dette betyr at risikoen for at meir regn skal svekke overvintringen til perenne fôrgras som timotei og raigras kan vere mindre enn venta.

Referansar

- Biemelt, S., U. Keetman & G. Albrecht. 1998. Re-aeration following Hypoxia or Anoxia leads to activation of the antioxidative defense system in roots of wheat seedlings. *Plant Physiol.* 116:651-658.
- Crawford, R.M. 2003. Seasonal differences in plant responses to flooding and anoxia. *Canadian Journal of Botany* 81:1224-1246.
- Larsen, A. 1978. Freezing tolerance in grasses. Methods for testing in controlled environments. *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 57. 56 pp.
- Solhaug, K.A., Å. Kaurin, O. Junttila & J. Nilsen. 1985. Photosynthesis and respiration in three timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars with different growth rhythms. . Tromsø, Norway: Norwegian University Press Plant production in the north. p.254-259.

Tabell 2. Utvikling av frosttoleranse (LT50, °C) i engelsk raigras i løpet av fire veker i jord med ulike vassforhold under simulerte vinterforhold med 4/1°C dag / natttemperatur.

	Inntak 15. januar		Inntak 27. februar	
	Etter 1 veke	Etter 4 veker	Etter 1 veke	Etter 4 veker
Kontroll, drenert i botn	-10,0	-6,5	-12,6	-10,1
Vassmetta, utan overflatevatn	-8,1	-7,3	-12,5	-9,4
Vassmetta, med overflatevatn	-8,8	-6,4	-12,7	-10,5

Vinterbiologi i endret klima - isdekke

Evnen til å overleve under isdekke er undersøkt i flere sorter timotei og raigras. Timotei tålte isdekke betydelig bedre enn flerårig raigras. Timotei overlevde fra 30 til over 60 dager under isdekke mens raigras bare overlevde mellom 10 og 20 dager.

Marit Jørgensen¹, Anne Kjersti Bakken², Liv Østrem³ og Mats Höglind³

¹Bioforsk Nord, ²Bioforsk Midt-Norge, ³Bioforsk Vest

Marit.jorgensen@bioforsk.no

Is og vannskader

Is og vannskader er blant de viktigste årsakene til vinterskader i Norge og kan enkelte år gi betydelige avlingstap i grovfôrproduksjonen, spesielt i kyststrøk med variabelt vintervær (Andersen 1986). Klimaendringene kan føre til mildere vintre med større variasjoner i været, og spesielt forventes det økt nedbør om høsten og vinteren (ACIA 2005). Større temperatursvingninger om vinteren med vekslende mellom temperaturer over og under 0 °C og mer regn kan gi økt risiko for isdekke enkelte steder, kanskje på steder som nå karakteriseres av et mer kontinentalt klima.

Effekter av is på planter

Isdekke fører til at gassutveksling mellom luft og planter og jord begrenses eller stopper opp. Plantene bytter om til anaerob respirasjon som respons på oksygenmangelen. Dette er en mye mindre effektiv omsetning enn den aerobe, og plantene kan oppleve energimangel. Mangelen på luftutveksling bidrar også til at CO₂, etanol og melkesyre kan akkumulere til giftige konsentrasjoner. Planter som bare tåler kortere perioder uten oksygen, setter opp farten på anaerob omsetning av sukker for å bøde på energimangelen. I motsetning kan planter som er tolerante mot anaerobe forhold, reagere med å nedregulere eller ikke endre på omsetningsraten av sukker (Crawford 2003). Ulike arter og ulike sorter av fôrgras har ulik toleranse til isdekke. Som del av WINSUR-programmet har vi undersøkt toleranse til isdekke hos høsthvete og sorter av timotei og flerårig raigras med ulik grad av vinterherdighet. Formålet var å undersøke hvordan toleransen til isdekke forandrer seg gjennom vinteren og hvordan den er relatert til frosttoleranse. Vi ønsket også å se på sammenhenger mellom isdekketoleranse og innhold av lett-løselige karbohydrater i plantene. I det følgende rapporterer vi resultater fra forsøkene med timotei og raigras.

Materiale og metoder

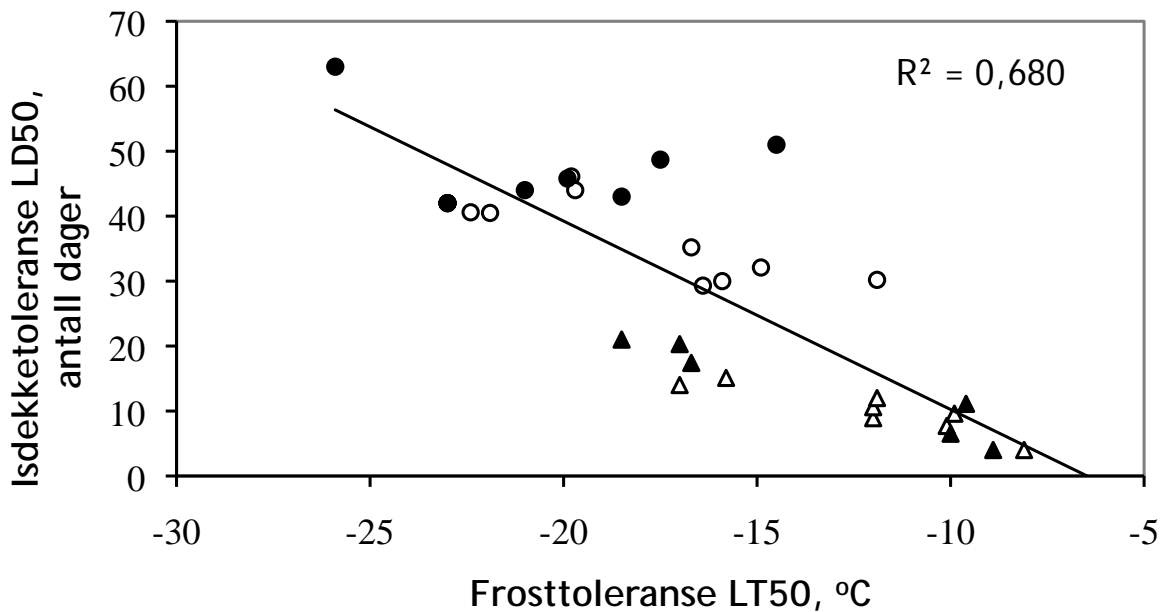
Fra førsteårseng med flerårig raigras og timotei på Holt (Tromsø), på Kvithamar (Stjørdal) og på Særheim (Klepp) ble det vinteren 2006-2007 tatt ut skudd av to sorter av hver art til tre ulike tidspunkt (tabell 1). Ved inntak estimerte vi frosttoleranse som LT50, temperaturen som krevdes for å drepe 50 % av populasjonen (Larsen 1978). Vi testet plantenes toleranse til isdekke ved å legge grasskudd i bokser med isvann. Boksene ble frosset ned til ca. -2 °C og isdekketoleransen ble målt som LD50, antall dager innkapsla i is som krevdes for å drepe 50 % av populasjonen. Innholdet av vannløselige karbohydrater ble analysert i grønne plantedeler slik de var ved ulike inntak fra felt. På Kvithamar ble også karbohydratnivået i planter etter innkapsling i is analysert.

Tabell 1. Isdekketoleranse (LD50, dager) hos timotei og flerårig raigras gjennom vinteren 2006-2007 på Holt.

	Timotei		Raigras	
	'Engmo'	'Grindstad'	'Gunne'	'Riikka'
November	>44	>44	20	14
Januar	>63	46	>21	15
Mars	>60	32	17	11

Resultat

Timotei var betydelig mer tolerant for isdekke enn raigras (tabell 1). Det var også stor forskjell på sortene. 'Engmo', den mest vinterherdige timoteisorten, overlevde mye lengre under isdekke enn 'Grindstad', både på Holt, Kvithamar og Særheim (data vist bare for Holt). Av raigrassortene var 'Riikka' generelt noe mer tolerant enn 'Gunne', men dette var mest tydelig på Holt. Isdekketoleransen var høyest midt på vinteren, og regresjonsanalyse viste en tydelig sammenheng mellom isdekketoleranse og frosttoleranse (P<0.001) (figur 1). Når vi analyserte sortene hver for seg, var det imidlertid ingen korrelasjon mellom



Figur 1. Sammenheng mellom frosttoleranse (LT50, °C) og isdekketoleranse (LD50, dager). Punktene er LT50 og LD50 målt i timotei ('Engmo' ●, 'Grinstad' ○) og raigras ('Riikka' ▲, 'Gunne' △) i planter tatt ut november, januar og mars fra Særheim, Kvithamar og Holt, vinteren 2006-07.

frosttoleransen og toleransen til isdekke hos 'Engmo'. 'Engmo' opprettholdt høy toleranse til isdekke hele perioden vi målte, uavhengig av frosttoleransen. Det kan se ut som frosttoleransen reduseres hurtigere enn toleransen til isdekke hos denne sorten.

Tabell 2. Innhold av vannløselig karbohydrater (mg/g organisk stoff) i skudd av timotei og flerårig raigras tatt inn fra felt på Holt i november, januar og mars.

	Timotei		Raigras	
	'Engmo'	'Grinstad'	'Gunne'	'Riikka'
November	321	345	409	446
Januar	391	180	282	276
Mars	204	136	116	255

Innholdet av lettløselige karbohydrater var høyest i november og sank i alle sortene fram til mars på Holt (tabell 2). 'Engmo' timotei, den mest isdekketolerante sorten, opprettholdt karbohydratnivået best gjennom vinteren og tapte kun 37 % fra november til mars, mens 'Grinstad' timotei til sammenligning tapte 61 %. Av raigras tapte 'Gunne' mest (72 %), mens 'Riikka' tapte 45 %. På Kvithamar målte vi karbohydratinnholdet i planter som hadde ligget innkapslet i is. Etter 42 dager i is hadde 'Grinstad' timotei redusert sitt karbohydratinnhold med ca. 37 %, mens 'Engmo' tapte kun 17 %. Dette viser at 'Grinstad' forbrukte mer karbohydrater for å opprettholde respirasjonen enn 'Engmo'. Karbohydratinnholdet i raigras

ble målt etter 9 dager og i 'Riikka' var innholdet redusert med ca. 14 % mens 'Gunne' hadde tapt 20 %.

Konklusjon

Timotei var betydelig mer tolerant mot isdekke enn raigras, og 'Engmo' timotei var mest tolerant av alle. Det var en sterk sammenheng mellom frosttoleranse og isdekketoleranse i alle sortene, men ikke hos Engmo timotei. Frosttoleranse kan altså ikke brukes som en entydig karakter for toleranse overfor isdekke. Sortene som tålte isdekke best, forbrukte mindre karbohydrater gjennom vinteren og også mindre under isdekke enn sortene som var mindre tolerante.

Referanser

- ACIA. 2005. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge: Cambridge University Press, 1042pp. <http://www.acia.uaf.edu>.
- Crawford, R.M.M. 2003. Seasonal differences in plant responses to flooding and anoxia. *Canadian Journal of Botany* 81:1224-1246
- Andersen, I.L. 1986. Vinterskadens type og omfang i Nord-Norge. Nordkalottkomiteens promemorier 22:5-18.
- Larsen, A. 1978. Freezing tolerance in grasses. Methods for testing in controlled environments. *Meld. Norges Landbrukskole* 57. 56 pp.

Halm til bioenergi

I Noreg vert halmen brukt til strø, fôr og ein aukande del vert nytta til biovarme produksjon. Elles vert han pløgd eller harva ned og ein mindre del vert brent på jordoverflata. I eit nytt prosjekt skal ein no kartlegge den total halmressursen her i landet og bestemme kor stor del som kan brukast til biovarme. Førebels berekningar ved Bioforsk Øst Apelsvoll syner at halm kan bli ei betydeleg energikjelde til varme, og dei første forsøksresultata tyder på at halmavlingane er større enn ein har rekna med i kalkylane.

Ragnar Eltun, Mauritz Åssveen og Hugh Riley
Bioforsk Øst
ragnar.eltun@bioforsk.no

Innleiing

I dag brukar vi om lag 14 TWh bioenergi her i landet og regjeringa sitt mål er å doble dette innan 2020. Dei viktige råstoffkjeldene for den auka produksjonen vil vera ved, flis, trepellets og halm. I Noreg med eit fulldyrka areal på berre 8,8 mill dekar, er det ein klar politisk målsetnad at mest mogleg av dette arealet skal brukast til matproduksjon. Med desse føresetnadane vert det ulike "overskotsprodukt" frå matproduksjonen som er mest aktuelle som bioenergi kjelder frå jordbruket. Av slike produkt peikar halm seg ut som den største og viktigaste kjelda. Førebelse berekningar ved Bioforsk Øst Apelsvoll over tilgjengelege mengder halm til bioenergi gir eit utbytte på 400 000 tonn, som tilsvarar 1,6 TWh pr. år. Dette gir nok varme til rundt 115 000 husstandar. I dette reknestykket har ein gått ut ifrå at ein kan bruke halmen frå 2 av dei ca. 3,3 millionane dekar med korn som vert dyrka her i landet og haustbare halmavlingar på 200 kg/daa. Dette er svært usikre tal, t.d. har NVE kalkulert at vi har 4,5 TWh i halm og kornavrens (Berg *et al.* 2003). Ut frå dette kan vi i alle fall slå fast at sjølv om det er skogsvirke som er den viktigast bioenergi kjelda her i landet, er det eit ikkje ubetydeleg potensiale i jordbruket også.

Med bakgrunn i at det knytter seg så stor usikkerheit til kor stor halmressursen her i landet eigentleg er, starta Energigarden - Senter for bioenergi, Skog og landskap og Bioforsk Øst Apelsvoll eit brukarstyrt prosjekt med delfinansiering frå Noregs forskingsråd i 2008. Eit av måla for prosjektet er å bestemme tilgjengelege halmmengder til varmeenergi ut frå kunnskap om 1) halmavling for ulike kornartar og sortar ved ulike vekstvilkår, 2) trong for halm til dyrefôr og strø/talle og 3) kor mykje halm som kan fjernast

frå eit areal utan at det går på kostnad av mold- og næringsinnhaldet i jorda.

Utnytting av oska frå halmen som gjødsel inngår ikkje i dette prosjektet, men danske granskingar (Kelstrup 2008) syner at oska har verdi både som kalium og fosfor kjelde. I samband med etablering av halmfyringsanlegget på Bioforsk Øst Apelsvoll har vi berekna ein energipris på 27 øre/kWh for varme frå halm, og dette er konkurransedyktig med t.d. flis, trepellets og olje.

Materiale og metodar

Halmavlingar

Det skal skaffast nødvendige grunnlagsdata til å utvikle ein modell som kan berekne halmavlingar i eit distrikt basert på statistikk over areal av forskjellige kornartar/sortar og kornavlingar.

Det vert lagt ut forsøk med seks sortar for kvar av artane tidleg bygg (Arve, Tiril, Ven, Heder, Habil, Famke), seint bygg (Tyra, Edel, Iver, Helium, Axellina, Tocada), havre (Gere, Hurdal, Ringsaker, Nes, Belinda, Aveny) og vårkveite (Bastian, Zebra, Bjarne, Møystad, Berserk, Demonstrant) i Hedmark, Oppland, Akershus, Østfold, Vestfold og Sør-Trøndelag i åra 2008-2010 for å måle 1) total halmavling og plantehøgde, 2) potensiell halmavling (total halmavling minus stubb), 3) aktuell halmavling (potensiell halmavling minus haustetap) og 4) korrelasjon mellom kornavling og halm.

Halm til fôr og strø

Bruken av halm til fôr varierer frå år til år avhengig av tilgangen på grovfôr. Det finst heller ingen ein-skilde kjelder over kor mykje halm som vert brukt

som strø eller talle. For å få eit estimat av desse bruksområda skal vi gjennomføre spørjeundersøkingar og intervju med produsentar og konsulentar i rettleiingstenesta i kjøt- og mjølkesamvirke.

Halm som karbon- og næringskjelde i jorda

Utanom bruk til strø og fôr vert halmen i det norske jordbruket pløgd eller harva ned og ein mindre del vert brent på jordoverflata. Når halmen vert returnert direkte til jorda, vert både organisk materiale og næringsstoffa resirkulerte direkte. Det same gjeld i nokon grad ved bruk til strø og fôr, men her er det fleire tapspostar på vegen og resirkuleringa skjer ikkje alltid til same arealet som halmen kjem frå. Brenning gir tap av alt organisk materiale og nitrogen, men ein del næringstoff som t.d. kalium går attende til jorda.

I dette prosjektet skal vi ved hjelp av litteraturstudiar og simuleringsmodellar undersøkje konsekvensane av at ein større del av halmen vert fjerna som biobrensel på 1) jorda sitt moldinnhald og jordstruktur og 2) jorda sitt innhald av næringsstoff og gjødslingsbehov.

Resultat og diskusjon

Det er endå lite resultat frå prosjektet, og her presenterer vi berre halmavlingane i det første forsøksåret (2008). I middel for alle artane og sortane var avlingane (vassprosent ved hausting i parentes) på felta på Bioforsk Øst Apelsvoll og i forsøksringane Solør-Odal, Romerike, SørØst og Vestfold etter tur 453 (15), 393 (47), 490 (30), 338 (48) og 460 (26) kg halm med 15 % vatn/daa. Årsaka til lægre avlingar i Solør-Odal og SørØst enn på dei andre felta kan skuldast legde og vanskelege hausteforhold for halmen. Etter måten rå halm på alle felta utanom på Apelsvoll, avspeglar dei råde og vanskelege innhaustingsforholda ein hadde hausten 2008. Sjølv om en må rekne med betydelege tap under hausting og pressing av halm, tyder desse resultatane på at potensiell halmavling er større enn den Bioforsk Øst Apelsvoll har brukt i dei tidlege kalkylane over halmavlingar.

Middel halmavlingar på dei fire forsøksfela for tidleg og seint bygg, havre og vårkveite er synte i tabell 1. Etter måten høgt vassinnhald i halmen ved hausting for alle artane og særleg for havre og kveite, syner at felta ikkje vart hausta under gunstige forhold og dette er eit resultat av værtilhøva denne hausten. Etter måten stor variasjon og forsøksfeil kjem også

av legde og at det var vaskeleg å få med all halmen under haustinga.

Tabell 1. Middel halmavling for seks sortar av tidleg bygg, seint bygg, havre og vårkveite på Bioforsk Øst Apelsvoll og i forsøksringane Solør-Odal, Romerike, SørØst og Vestfold i 2008

Artar	Vatn % v/hausting	Halm, 15 % vatn, kg/daa	Strålengde cm
Tidleg bygg	25,0	345	69
Seint bygg	26,7	431	62
Havre	45,7	446	80
Vårkveite	35,1	485	75
LSD 5 %	13,0	68	7

Halmavlingane auka i rekkefølga tidleg bygg - seint bygg - havre - vårkveite og tidleg bygg hadde signifikant mindre avling enn dei andre artane. Det er noko overraskande at vårkveite har høgare halmavling enn havre. Dette kan skuldast at ein har med kveitesortar med etter måten langt stå, slike som 'Møystad', 'Zebra' og 'Demonstrant', men resultatane kan også tyde på at det er andre eigenskapar ved strået/halmen som har betydning for halmavlinga enn stålengda. Dette vil ein studere nærare. Ein annan viktig faktor i det vidare modelleringsarbeidet for berekning av halmavling vert høvet mellom korn- og halmavling.

Effekten av ståforkorting på halmavlinga vart målt i eit felt på Bioforsk Øst Apelsvoll. I middel for alle artane resulterte ståforkorting i om lag 30 % nedgang i halmavlinga og nedgangen var størst for vårkveite og minst for havre.

Referansar

- Berg, L.B., P.F. Jørgensen, P.H. Heyerdahl & G. Wilhelmsen. 2003. Bioenergiressurser i Norge. Oppdragsrapport nr. 7/2003. Norges Vassdrags- og energi direktorat. www.nve.no/FileArchive/210/oppdragsrapportA7-03.pdf
- Kelstrup, L. 2008. Affald bliver til gødning. Agrológisk, August 2008:20-21.

Jordbruksvekstar til bioenergi

I dette innlegget er det gitt eit oversyn over aktuelle energivekstar i Norden. Dyrking av vekstar til produksjon av biodiesel og bioetanol og energivekstar til biobrensel vert truleg ikkje særleg omfattande i Norge i nær framtid. Andre generasjon biodrivstoff vil utnytte ein større del av den samla biomasseproduksjonen til bioenergi, og dersom slik produksjon kjem i gang kan det bli aktuelt å bruke t.d. gras som råstoff.

Lars Nesheim
Bioforsk Midt-Norge
lars.nesheim@bioforsk.no

Innleiing

Det er stort sett ingen kommersiell produksjon av jordbruksvekstar til bioenergi i Norge. Noko halm frå kornproduksjonen vert nytta til fast biobrensel. Også i åra framover vil truleg det aller meste av det norske jordbruksarealet verte brukt til mat- og fôrproduksjon, men det kan verte aktuelt å dyrke energivekstar i eit visst omfang. Dyrkingsomfanget vil avhenge av faktorar som marknad for bioenergi, lønsemd, støt-teordningar, tilgang på areal og behov for vekstskifte. I våre naboland Danmark, Finland og Sverige vert delar av jordbruksarealet nytta til oljevekstar, korn, energiskog og energigras til bioenergi. Og det vert gjennomført forskning knytt til dyrking og utnytting av energivekstar. Norske FoU-miljø må utnytte erfaringar frå denne forskinga for å vere best mogleg førebudd ved ei eventuell omlegging av delar av jordbruksarealet til energiføremål.

Vekstar for å produsere olje til biodiesel

I Sverige vert det dyrka raps på 0,9 mill. dekar og om lag 3 % av avlinga vert nytta til å produsere biodiesel (Prade, pers. opplysning). Eltun & Bakkegard (2007) har vurdert potensialet for oljevekstar i Norge, og funne at på kort sikt kan ein nytte om lag 275.000 dekar til slike vekstar. Arealet av haustoljevekstar vil utgjere knapt 10 %. I og med at avlinga av haustoljevekstar kan vere 30 % høgare enn for våroljevekstar, er det ei utfordring å finne optimal dyrkingsteknikk for haustraps og haustrips. Dette vert det no arbeid med i eit prosjekt finansiert av Noregs forskingsråd, i regi av Bioforsk Aust Apelsvoll. I middel for fem forsøk og ni sortar på Austlandet og i Midt-Norge i 2007 oppnådde ein ei frøavling på 335 kg per dekar, med eit oljeinnhald på 47 % av tørrstoffet (Åssveen & Lundon 2008).

I same forskingsrådprosjekt gjennomfører ein også forsøk med andre oljevekstar enn raps og rypps. Følgjande vekstar vert samanlikna med vårraps: Oljelin, blå lupin, dodre, sareptasennep, Crambe og solsikke. Avlingsresultata er ikkje heilt klare enno, men førebels tal tyder på at ingen av dei alternative vekstane har større avlingspotensial enn vårraps. Solsikke er stort sett for sein for norske forhold, frøa vert ikkje modne.

Vekstar for å produsere etanol

I Sverige vert avlinga frå om lag 7 % av kveite- og rugkveitearealet nytta til å produsere bioetanol til drivstoff. Det er no ein etanolfabrikk i Sverige, men ein ventar at det vert etablert 2-3 fabrikkar til (Prade, pers. opplysning). Dersom det vert aktuelt med spesialisert etanolproduksjon basert på korn i Norge, er det først og fremst kveite og rugkveite som bør nyttast, av di dei gir størst avling. Sjølv om potet kan gi stor etanolproduksjon per dekar, vil energiprisen per liter verte langt høgare enn for korn (Eltun, pers. opplysning).

Vekstar til fast biobrensel

I 2007 vart det dyrka strandrøyr til biobrensel på om lag 200.000 dekar jordbruksjord i Finland (Pahkala 2007). Nokre store varmekraftverk inngår kontraktar med gardbrukarar om levering, stort sett i firkantballar. I 2010 er det venta at arealet vil vere 400.000 dekar. Strandrøyret vert hausta om våren for å få tørrast mogleg vare før pressing. Middels avling er om lag 7-800 kg tørrstoff per dekar. Også i Sverige er det kommersiell dyrking av strandrøyr til biobrensel, men omfanget er langt mindre enn i Finland.

Ved Mære landbruksskole i Steinkjer er det gjennomført forsøk med strandrøyr på myrjord sidan 2005

(Nesheim 2007). I tre år er avlinga frå fire sortar av strandrøyr hausta i april/mai. Første året oppnådde ein avlingar på om lag 650 kg tørrstoff. Andre året var middelavlinga om lag 900 kg, medan i tredje året var avlinga berre 390 kg per dekar. Etter erfaringar frå Sverige og Finland bør vassinnhaldet ved hausting vere om lag 10 %. Dei to første åra i våre forsøk var vassinnhaldet over 30 %. I tredje året var det berre om lag 10 % vatn i avlinga. I Grimstad har Kofoed Nielsen (2008) hausta strandrøyr i mars/april i åra 2004-2008. Årsavlinga har variert frå 610 til 900 kg tørrstoff per dekar, og vassinnhaldet har vore frå 10 til 57 %.

Miscanthus er eit tropisk gras med stort avlingspotensial. Det er stor interesse i Europa for å bruke dette graset til energiproduksjon. Etableringa med stiklingar eller rotskot er kostbar, men eit felt kan vare i 15-20 år. Grasarten er prøvd i Norge, men til no har overvintringa vore for dårleg. I Danmark er det ei viss kommersiell dyrking, men omfanget er truleg ikkje større enn 1 000 dekar. Ein bør prøve *Miscanthus* meir i dei beste jordbruksdistrikta i Norge.

I Sverige er det om lag 30 fjernvarmeverk som nyttar flis av *Salix*. Det vert dyrka energiskog av *Salix* på om lag 140 000 dekar. Felta vert hausta om vinteren kvart 3.-4. år, og årsavlinga er om lag 1 tonn per dekar. Arealet av *Salix* aukar ikkje lenger i Sverige. Det skuldast delvis at etablering av ein plantasje er ein langsiktig investering (25-30 år) og at tilskot til etablering er sterkt redusert dei siste åra. I Danmark er arealet av *Salix* om lag 20 000 dekar. Ved Grimstad er det prøvd ulike klonar av *Salix* og poppel sidan 2002 (Kunze *et al.* 2006). I tillegg til avlingsregistreringar er det gjennomført gransking av brennverdien.

Med visse restriksjonar er det lov å dyrke hamp til bioenergi i EU. Omfanget av hampdyrking er likevel lite i Danmark, Finland og Sverige, og det skuldast mellom anna at lønsemda er for dårleg. I Sverige er

arealet av hamp til brensel, hausta om vinteren, om lag 6 000 dekar. I Danmark og Sverige er det prosjekt i gang som ser på hamp som råstoff til biogassproduksjon. Av andre potensielle vekstar som vert granska med omsyn til energibruk i våre naboland kan ein nemne sukkerbeter, Jerusalem artisjokk, mais, heilsæd av korn og blanding av gras og belgvekstar.

Vekstar til biogass

I Norge er det til no berre eit par anlegg for produksjon av biogass basert på husdyrgjødsel. Men det er stor interesse for slike anlegg, og det vert truleg bygd fleire i åra framover. Særleg i Tyskland er det mange anlegg som i tillegg til husdyrgjødsel nyttar ulike energivekstar, først og fremst fôrmais og heilsæd av vinterrug, for å auke gassproduksjonen. Desse vekstane er valde ut i frå omsyn til høg produksjon av biomasse til låg kostnad og til kjemisk samansetnad. I Norge vil truleg fleirårige grasartar vere vel så aktuelle som mais (Sørby *et al.* 2007).

Referansar

- Eltun, R. & M. Bakkegard. 2007. Opportunities for Norwegian production of bio-fuels from agricultural crops. NJF Report 3(4):22-23.
- Kofoed Nielsen, H. 2008. Sorrel and reed canary grass in southern Norway. *Aspects of Applied Biology* 90:75-79.
- Kunze, M., H. Kofoed Nielsen & M. Ahlhaus. 2006. Yield of woody biomass from southern Norway and their suitability for combustion and gasification purposes depending on the harvest frequency. *Proceedings of the 2nd IBBC*, Stralsund, Germany.
- Nesheim, L. 2007. Reed canary grass as a bioenergy crop in Norway. NJF Report 3(4):99-102.
- Pahkala, K. 2007. Reed canary grass cultivation for large scale energy production in Finland. NJF Report 3(4):52-55.
- Sørby, I., T. Briseid, L. Nesheim, V. Vallumrød & R. Lønnum. 2007. Biogassproduksjon av organisk restprodukt i landbruket. Holm gård i Re. Teknologivalg og kostnadsberegninger. Rapport fra Re kommune. 67 s.
- Åssveen, M. & A.R. Lundon. 2008. Sortsforsøk i vår- og høstraps. Bioforsk FOKUS 3(1):92-93.

Klimagasser – husdyrproduksjon muligheter for reduksjon

Metan og lystgass er de dominerende drivhusgassene fra husdyrproduksjonen. Det finnes ingen lettvinte løsninger for å redusere utslippet. Det er viktig med en helhetsvurdering, fordi utslipps-tiltakene har både negative og positive virkninger i forhold til hverandre.

Harald Volden^{1,2} og Odd Magne Harstad²,
¹TINE Rådgivning. ²Universitetet for miljø- og biovitenskap
 Harald.volden@tine.no

Innledning

FNs klimapanel har konkludert med at "Mesteparten av oppvarmingen observert over de siste 50 årene kan tilskrives menneskelige aktiviteter". Den menneskeskapte oppvarmingen blir satt i sammenheng med "drivhuseffekten" som skyldes stadig økende utslipp av klimagasser. Samtidig forventes den norske befolkningen å øke til 5,8 millioner i 2030, og Landbruks- og matdepartementet ser for seg en økning i norsk matproduksjon med 20 % for å dekke befolkningsøkningen. I kostholdet vårt kommer 35 % av energiinntaket fra animalske produkter og av dette kommer om lag 62 % fra mjølk og kjøtt hos storfe. En stor utfordring for norsk matproduksjon blir derfor å få til en økt matproduksjonen samtidig med et redusert utslipp av klimagasser per enhet produkt. Klimagasser fra landbrukssektoren er først og fremst karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O). I vårt nasjonale klimagassregnskap (54 mill. tonn CO₂-ekv.) er andelen fra landbruket ca 9 % av det samlede utslippet. I dette tallet inngår ikke kilder for klimagasser relatert til produksjon av innsatsfaktorer (gjødsel, maskiner, bygninger), transport, foredling og omsetning. De viktigste klimagassene fra husdyrbruket er metan og lystgass. Av det samla utslippet utgjør metan ca 45 % og av dette stammer 85 % fra omsetning av føret i vomma og 15 % fra omsetning av gjødsel i gjødsellagre. Lystgass blir produsert i forbindelse med nitrogenomsetning i gjødsellager og etter at gjødsel er spredd på jordet. Den utgjør også ca 45 % av det samla utslippet fra landbruket. Av dette stammer ca 30 % fra nitrogen i husdyrgjødsel. Livsløpsanalyser for mjølk og kjøtt har vist at 80-85 % av klimagassbelastningen stammer fra primærproduksjonen. Det er dermed lite rom for å redusere utslippet av CO₂. Utslippsreduksjon må derfor komme via metan og/eller lystgass. Planteproduksjonen i Norge er i all ho-

vedsak før, enten i form av grovfôr eller kraftfôr. Det er derfor naturlig at utslippet av klimagasser knyttet til forproduksjonen også blir sett på som en del av utslippet fra husdyrholdet. I Norge vil derfor det aller meste av klimagassutslippet fra landbruket stamme enten direkte (metan og lystgass) eller indirekte (CO₂ og lystgass) fra husdyrholdet. Hensikten med dette innlegget er å gi en vurdering av mulighetene for å redusere utslippene av metan og lystgass fra husdyrbruket og da primært drøvtyggerproduksjonen.

Muligheter for å redusere utslippet av metan og lystgass

Metan

Drøvtyggerne skiller ut metan i forbindelse med den anaerobe forgjæringen av plantemateriale. Det blir også produsert noe metan ved nedbryting av husdyrgjødsel. Tabell 1 viser en oversikt over mulige tiltak for å redusere produksjonen av metan fra drøvtyggere.

Tabell 1. Reduksjonspotensiale for metan fra husdyrproduksjonen.

Strategi	Reduksjonspotensiale, %
Økt kraftfôrnivå i fôrrasjonen	25
Økt innhold av fett i fôrrasjonen	25-30
Bedre grovfôr-kvalitet	20-25
Økt andel maissurfôr i grassurfôr baserte rasjoner	15
Økt produksjonsnivå	25-30
Antibiotika i føret	11-30
Økt føreffektivitet og avl	20

I en praktisk situasjon er tallene i tabellen for høye da de representerer de maksimale utslagene man kan oppnå dersom man går mellom to ytterpunkter. Et eksempel er økt kraftfôrnivå i fôrrasjonen. Dersom

man går fra 0 til 70 % kraftfôr i fôrrasjonen er det mulig å oppnå verdiene vist i tabell 1. I praksis bruker man allerede kraftfôr i fôrrasjonene. Dersom man i mjølkeproduksjonen øker kraftfôrandelen fra 35 (dagens nivå) til 50 % vil man få en reduksjon i metanproduksjonen på bare 5 %. I en praktisk situasjon må tallene i Tabell 1 derfor reduseres med minst 50 %. Ny norsk forskning har vist at spesielt effekten av en forbedret grovfôr kvalitet synes å være en interessant strategi for å redusere metanemisjonen. Utslagene ligger i størrelsesordenen 10-15 %. Det kreves imidlertid mer forskning før man får fastlagt effektene av ulike grovfôr kvaliteter. En økning av produksjonen per dyr, uten samtidig å øke produksjonsvolumet, er antagelig det mest effektive tiltaket for å redusere utslippet av metan per enhet produkt. Dette kommer av at det skal færre dyr til for å produsere det gitte volumet, og dermed blir det mindre utslipp av metan fra det fôret som går med til vedlikehold av dyra. Samtidig vil man i forbindelse med økt produksjon også benytte en bedre grovfôr kvalitet og en høyere andel kraftfôr. Det vil bidra til at man får en ekstra effekt av redusert mengde metan beregnet per enhet produkt. Tilsetning av fett i fôrrasjonen reduserer produksjonen av metan, men resultatene er ikke entydige. Det er antagelig mange forhold som virker inn; type og nivå av fett, samt forholdet mellom grovfôr og kraftfôr. Med dagens kunnskap er tilsetning av fett et av de mest lovende tiltakene for å redusere utslippet av klimagasser fra drøvtyggerne under norske forhold.

Lystgass

Hovedkilden for tap av lystgass i jordbruket er knyttet til bruk av husdyr- og handelsegjødning.

Det er en sammenheng mellom mengde nitrogen tilført jorda og tapet av lystgass. Et viktig tiltak vil derfor antagelig være å redusere bruken av nitrogen-gjødsel totalt, og avbalansere bruken av mineralgjødning i forhold til innholdet av nitrogen i husdyrgjødsel. Hos drøvtyggeren vil 50 til 75 % av nitrogenet som går tapt være i form av urea i urinen. Utnyttingsgraden av urea-nitrogen som gjødning er ofte lav. Det kan derfor bli et viktig tiltak å redusere utslippet av nitrogen, spesielt i urinen. Det kan først og fremst skje ved endret fôring. Det er mange forhold som virker inn på utnyttelsen av fôrproteinene hos drøvtyggerne. Godt verktøy for fôrplanlegging vil her bli helt avgjørende. Ofte er det mest effektive tiltaket å senke innholdet av protein i rasjonen. Under norske forhold blir det viktig å komme fram til kraftfôr som passer

godt til vårt grovfôr, og som gir en effektiv utnyttelse av fôrproteinene uten at det går utover produksjonen i vesentlig grad. For drøvtyggerproduksjonen er det derfor spesielt to tiltak som vil være viktig, bedre forhold mellom energi og protein i fôrrasjonen og bedre håndtering av husdyrgjødsel. Reduksjonspotensiale for lystgass i husdyrproduksjonen ligger i størrelsesordenen 10-25 % avhengig av hvilket tiltak man velger å fokusere på.

Samlet vurdering

Ut fra en samlet vurdering på kort sikt, ser det ut til at det er enklere å oppnå utslippsreduksjoner ved å fokusere på lystgass enn metan. Dette fordi vi allerede gjennom bedre fôr- og gjødningplanlegging kan bedre utnyttelsen av nitrogen i husdyrproduksjonen. Ofte er det konflikt mellom tiltak som bidrar til å senke produksjonen av metan i vomma hos drøvtyggeren og tapet av lystgass. Ett eksempel er betydningen av ytelsesnivå. Økning av ytelsen vil redusere utslippet av metan per enhet produkt, men kan øke tapet av lystgass fordi økning i produksjonen som regel krever mer protein i fôrrasjonen og dermed større tap av nitrogen i gjødning/urin. Mer kraftfôr i rasjonen reduserer utslippet av metan. Men hvordan dette virker på utslippet av klimagasser samlet sett, beror på om dyrking og bruk av kraftfôr medfører større eller mindre utslipp av klimagasser som karbondioksid og lystgass sammenlignet med dyrking og bruk av grovfôr. Beregninger har vist at dersom vi gjør endringer både i produksjonsintensiteten og reduserer proteinbruken i norsk drøvtyggerproduksjon er det mulig å redusere klimagassutslippet med ca 8-10 %.

Konklusjon

Det finnes ingen lettvinte løsninger for å redusere utslippet av klimagasser fra drøvtyggerne. Vi har noen virkemidler som virker lovende. Gode løsninger krever imidlertid helhetstenkning, fordi tiltakene ofte har både negative og positive virkninger i forhold til utslipp av klimagasser. Det er også viktig å avveie flere hensyn enn utslipp av klimagasser. Drøvtyggerne er unike som kan omdanne plantemateriale som er verdiløst for oss mennesker til høyverdige matvarer som mjølk og kjøtt. I tillegg spiller drøvtyggeren en avgjørende rolle i arbeidet med å opprettholde kulturlandskapet.

Karbonbalanse og CO₂-utslipp fra jordbruksarealer

Karbonbalansen i jord har stor betydning for CO₂-innholdet i atmosfæren. Dyrket jord i Norge har relativt høyt C-innhold, men bidrar også til tap som følge av jordarbeiding og drenering av myr. Nydyrking myr bør unngås, mens dyrking av gras og redusert jordarbeiding er viktige tiltak for å bevare eller øke C-innholdet i mineraljord.

Arne Grønlund¹ og Hugh Riley²

¹Bioforsk Jord og miljø, ²Bioforsk Øst
arne.gronlund@bioforsk.no

Karbonbalansen og klimagasser

Karbonbalansen i jord kan defineres som differansen mellom tilførsel og tap av organisk C. Tilførselen skjer i form av planterester på stedet og bruk av organisk gjødsel. Tap av C skjer ved nedbryting av biomasse til CO₂ og CH₄, samt erosjon og utvasking av organisk C. C-balansen har stor betydning for CO₂-innholdet i atmosfæren. I løpet av de siste 150 årene er CO₂-utslippene som følge av dyrking ca halvparten så store som de samlede utslippene fra forbrenning av fossilt C og produksjon av sement. Avskoging og fjerning av vegetasjon har bidratt til omtrent like store utslipp som tapet fra organisk materiale i jorda.

Fotosyntesen og respirasjonen er de viktigste prosessene som styrer balansen og innholdet av C i jorda. Tiltak som øker fotosyntesen eller senker respirasjonen bidrar derfor til lavere CO₂-innhold i luften. Tilførsel av organisk gjødsel kan bidra til å øke C-innholdet i jorda lokalt, men påvirker ikke den globale C-balansen og gir derfor i prinsippet ingen klimaeffekt. For klimagassregnskapet har anaerob nedbryting til metan stor betydning, fordi metan har langt større oppvarmingseffekt enn CO₂.

Faktorer som styrer tilførsel og nedbryting av organisk materiale i jord:

- Temperatur og fuktighet er viktige faktorer både for fotosyntesen og nedbryting av organisk materiale i jord
- Næringstilstanden i jorda kan være en kritisk faktor for fotosyntesen
- Stor rotmengde bidrar til økt tilførsel av organisk C, mens stor rottybde bidrar til beskyttelse mot nedbryting (Rasse *et al.* 2006)
- Jordas fysiske og kjemiske egenskaper kan påvirke dannelsen av komplekser og aggregater

som beskytte det organiske materialet mot nedbryting (Six *et al.* 2002). Leirjord har generelt større evne til å binde karbon enn sandjord

- Jordarbeiding fører til nedbryting og tap av organisk C som følge av lufttilgang og ødeleggelse av aggregater.

Virkning av dyrkingspraksis

Dyrkingspraksisen har stor betydning for karboninnholdet (Uhlen 1991). De viktigste dyrkingssystemene kan rangeres etter antatt C-binding eller -tap (Grønlund *et al.* 2008a):

1. Varig eng (opp til 100 kg C dekar⁻¹ år⁻¹)
2. Vekstskifte gras-åker, direktesådd korn, åkerdyrking med husdyrgjødsel (+0-20 kg C dekar⁻¹ år⁻¹)
3. Åkerdyrking med redusert jordarbeiding, fangvekster eller nedmolding av halm (+0-10 kg C dekar⁻¹ år⁻¹)
4. Ensidig åkerdyrking med høstpløying (-30-60 kg C dekar⁻¹ år⁻¹)
5. Brakk (-50-100 kg C dekar⁻¹ år⁻¹)

Nedbrytingshastigheten av organisk materiale er tilnærmet proporsjonal med mengden organisk karbon i jorda (Riley & Bakkegard 2006). Dette innebærer bl.a. at:

- Ved høyt C-innhold vil det kreves større tilførsel av organisk materiale for å opprettholde likevekten enn ved lavere innhold
- C-tapet ved åkerdyrking øker med økende C-innhold i jorda
- C-bindingen ved grasdyrking er størst når C-innholdet i utgangspunktet er lavt

Grasdyrking bidrar til høyere C-innhold enn åkerdyrking og i noen tilfeller også til høyere innhold enn

under naturlig skogsvegetasjon, spesielt når C-innholdet er begrenset av lav næringstilgang. Men dersom det naturlige C-innholdet er høyt, f. eks. i myr og forsumpet mark, vil dyrking og drenering føre til redusert C-innhold, også ved permanent grasdyrking. C-tapet fra dyrket myr i Norge er estimert til ca 800 kg C dekar⁻¹ år⁻¹ og totalt ca 0,6 millioner tonn C år⁻¹ (ca 2 millioner tonn CO₂) og er den største kilden til CO₂-utslipp fra jordbruket (Grønlund *et al.* 2008b).

Muligheter for karbonbinding i dyrket jord i Norge C-innholdet i dyrket jord i Norge er beregnet til ca 200 millioner tonn, hvorav ca 23 % finnes i myr. På grunn av stor andel grasareal (ca 65 % av jordbruksarealet) og relativt høyt C-innhold, er potensialet for å binde mer C i dyrket mark begrenset. Varmere klima kan ventes å øke C-tapene, også fra grasmark. Utfordringen vil i like stor grad være å begrense tap av C som å øke innholdet. Muligheter for C-binding kan omfatte: i) tiltak på myr, ii) omlegging av moldfattig åkerjord til gras, for eksempel på bakkeplanert jord og iii) bruk av biokull etter pyrolyse av skogsvirke eller organisk avfall.

Tiltak på myr

Dersom en unngår nydyrking av myr, vil CO₂-tapet etter hvert reduseres som følge av nedbryting av torvlaget. Ca 25 % av den dyrkede myrjorda i Norge har et torvlag mellom 30 og 40 cm (Grønlund *et al.* 2008a), og må antas å bli omdannet til mineraljord i løpet av 30-40 år. Dette vil innebære en årlig reduksjon på 0,5-1 % av totalarealet av dyrket myr. En del arealer må antas å bli tatt ut av jordbruksproduksjon på grunn av liten torvdybde til fjell eller økende problemer med drenering. For slike arealer vil restaurering til naturtilstand være et godt alternativ. De viktigste utfordringene med restaurering av myr er å gjenskape et fuktighetsregime som sikrer rask C-binding og samtidig minimale metanutslipp.

Omlegging fra åker til gras på bakkeplanert jord

Omlegging fra åker til gras er det sikreste tiltaket for å øke C-innholdet i jord. C-bindingen ventes å være størst på leirjord hvor C-innholdet er lavt før omleggingen. Bakkeplanert jord, som utgjør ca 450 000 dekar i korndyrkingsområdene på Østlandet og i Trøndelag, kan være godt egnet for omlegging til gras. C-innholdet i planert jord er ca 5 tonn lavere per dekar enn i uplanert jord, og denne differansen kan være uttrykk for det langsiktige potensialet for karbonbinding ved omlegging fra korn til gras. Årlig C-binding

kan antas å være mellom 50 og 100 kg C dekar⁻¹ år⁻¹ (Grønlund *et al.* 2008a). Planert jord er vesentlig mer erosjonsutsatt enn uplanert jord og gir også generelt lavere kornavlinger.

For å unngå at omlegging til gras på planert jord fører til redusert total kornproduksjon og økt grasproduksjon og metanutslipp fra drøvtyggere, bør det foretas en tilsvarende omlegging fra gras til korn på uplanert jord med stort avlingspotensial. For å begrense C-tapet bør åkerdyrkingen foregå på jord med relativt lavt C-innhold og med redusert jordarbeiding og vekstskifte med gras.

Bruk av biokull

Biokull finnes i naturen som forkullede rester fra skogbranner, men kan også produseres ved pyrolyse (termisk omdanning ved begrenset oksygentilgang) av organisk avfall. Ved pyrolyse omdannes ca halvparten av karbonet til olje og gass som kan erstatte fossilt C som drivstoff. Den andre halvparten, som blir biokull, har relativt høyt C-innhold og er svært stabil mot nedbryting. Biokull antas å ha gode jordforbedrende effekter og det meste kan lagres i jorda i flere tusen år (Schmidt & Noak 2000). I Sør-Amerika er det påvist jordmonn med opptil 9 % innhold av C fra skogbranner. I overskuelig framtid vil jordas kapasitet til å lagre biokull være langt større enn tilgangen.

Referanser

- Grønlund, A., K. Knoth de Zarruk, D. Rasse, O. Klakegg, I. Nystuen & H. Riley. 2008 a. Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. Bioforsk Rapport 3(132). 47 s.
- Grønlund, A., A. Hauge, A. Hovde & D. Rasse. 2008 b. Carbon loss for cultivated peat soils in Norway: a comparison of three different methods. *Nutrient Cycling Agroecosystem* 81:157-167.
- Rasse, D.P., J. Mulder, C. Moni & C. Chenu. 2006. Carbon turnover kinetics with depth in a French loamy soil. *Soil Science Society of America Journal*. 70:2097-2105.
- Riley, H. & M. Bakkegård, 2006. Declines in soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 56:217-223.
- Schmidt, M.W.I. & A.G. Noack. 2000. Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochemical Cycles* 14:777-793.
- Six, J., R.T. Conant, E.A. Paul & K. Paustian. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation in soils. *Plant and Soil* 241:155-176.
- Uhlen, G. 1991. Long-term effects of fertilizers, manure, straw and crop rotation on total-N and total-C in soil. *Acta Agric. Scand.* 41:119-127.

Innhold av mykotoksiner i havre og vårhvete 2006 - 2008

Aksfusariose er en utbredt og destruktiv sjukdom i korn. Korn høsta fra angrepne planter kan inneholde soppgifter (mykotoksiner) og derfor være uegnet til mat og fôr. I Fusariumprosjektet ved Bioforsk Plantehele ønsker vi å kartlegge faktorer som kan ha betydning for angrep av aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i kornet.

Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Oleif Elen, Heidi U. Aamot og Sonja Klemsdal
Bioforsk Plantehele
ingerd.hofgaard@bioforsk.no

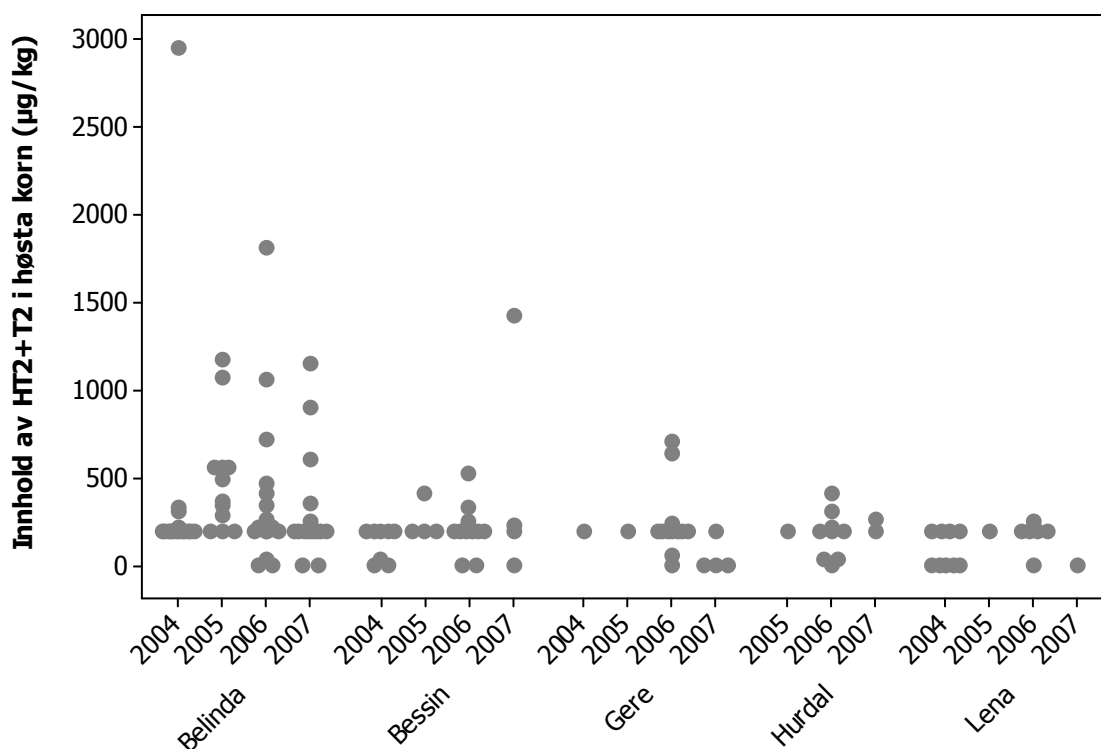
Aksfusariose kan forårsakes av en rekke ulike sopparter innen slekta *Fusarium*. Aksfusariose kan ses som lyse eller brune flekker utenpå kornakset, og i fuktig vær kan soppen danne et karakteristisk grå-rosa eller oransje belegg. Ulike *Fusarium*-arter kan produsere en rekke ulike mykotoksiner (soppgifter). *Fusarium*-toksiner kan gi ulike toksiske effekter som nedsatt immunforsvar, nedsatt vekst, diaré og oppkast. Korn fra *Fusarium*-angrepne planter kan derfor være uegnet til mat og fôr. Grenseverdier for innhold av enkelte *Fusarium*-toksiner i korn og kornprodukter til mat og fôr er fastsatt av Mattilsynet (i henhold til EU's regelverk).

Nedbør og temperatur rundt blomstring av kornakset ser ut til å ha stor betydning for angrep av aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i kornet. Det er grunn til å tro at et varmere, våtere klima kan gi økte sjukeproblemer, og påvirke innhold av enkelte mykotoksiner i korn. Selv om nedbør og klimaforhold er viktige faktorer, kan også jordarbeiding og vekstskifte ha stor betydning for *Fusarium*-infeksjon og utvikling av mykotoksiner i korn (Dill-Macky & Jones 2000). Redusert jordarbeiding, særlig vårharving og direktesåing, kan føre til økte nivåer av *Fusarium* og mykotoksiner i høsta korn (Henriksen 1999). Det ser ut til at *Fusarium*-arter kan påvirkes ulikt av jordarbeiding (Fernandez et al. 2008). Endret jordarbeiding med mindre eller ingen bruk av høstpløying har i de senere årene vært ett av flere viktige virkemidler i arbeidet med å redusere avrenning fra jordbruket. Sopp som lever på korn og halmrester trives godt med mye planterester på overflaten (smittereservoar). I dyrkingsveiledere, utarbeidet i diverse land (bl a Sverige, Danmark, England, Canada) og i en egen veiledning for EU, omtales planterester oppå bakken som viktigste smittekilde for *Fusarium* spp., og pløy-

ing som ett av de viktigste tiltakene for å redusere innhold av mykotoksiner i kornet.

I Fusariumprosjektet ved Bioforsk Plantehele har vi i løpet av en 5 års periode (2004-2008) samlet inn kornprøver fra partier med norskprodusert havre og vårhvete med tilhørende opplysninger om klima og dyrkningsmessige forhold. Kornprøvene er videre analysert for innhold av mykotoksiner ved Evisa (Helsinki, Finland). Ved å sammenstille og analysere data og informasjon om de ulike kornprøvene, ønsker vi å kartlegge faktorer som kan ha betydning for utvikling av mykotoksiner i kornet.

Det er til tider registrert betydelige mengder av mykotoksinet deoxynivalenol (DON) både i havre og vårhvete. Dette mykotoksinet produseres av soppartene *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*. Generelt ser innhold av DON i kornprøvene ut til å variere mellom ulike år og det er tydelig variasjon i DON nivå mellom ulike lokaliteter. Ved dyrking av korn etter korn, øker risikoen for oppformering av smitte i åkeren og dermed også risiko for utvikling av DON i høsta korn. Dette er også vist tidligere. Våre foreløpige resultater tyder dessuten på at potet som forgrøde også kan gi økt risiko for utvikling av DON i kornet påfølgende dyrknings sesong. Forskningsresultater fra USA viser nettopp at potetplanter kan være en mulig smittekilde for *F. graminearum* (Burlakoti et al. 2007). For kornpartier fra sesongene 2004-2007 som vi har analysert, ble det registrert særlig høye verdier av DON i havresorten Bessin (enkeltfunn på 22 000 og 30 000 µg DON per kg havre). Det ble også målt til dels høye DON verdier i enkelte partier av havresorten Gere, til sammenlikning med havresortene Belinda, Hurdal og Lena. For vårhvete er det også registret partier med relativt høyt DON innhold



Figur 1. Innhold av mykotoksiner i kornprøver av havre analysert i perioden 2004-2007. Analyseresultatene er fordelt på havresortene Belinda, Bessin, Gere, Hurdal og Lena. Hvert punkt angir verdien for summen av mykotoksinene HT2 og T2 i en kornprøve.

(enkelte partier hadde over 2000 µg DON per kg).

Gjeldende grenseverdi for DON i ubearbeidet mat-hvete er 1250 µg kg⁻¹, mens en grenseverdi på 1750 µg kg⁻¹ er fastsatt for ubearbeidet havre til mat.

I enkelte partier av havre er det påvist forholdsvis høye forekomster av mykotoksinene HT2 og T2. Disse mykotoksinene produseres blant annet av soppartene *Fusarium langsethiae* og *Fusarium sporotrichoides*. Innhold av HT2 og T2 i havre varierte betydelig mellom ulike lokaliteter. Foreløpige resultater kan tyde på at risiko for utvikling av HT2 og T2 i havre øker ved dyrkning av havre etter havre. Særlig høye funn av HT2 og T2 (over 500 µg toksin per kg korn) er hovedsakelig registrert i havresorten Belinda, til sammenlikning med havresortene Bessin, Gere, Hurdal og Lena (figur 1).

Flere kornprøver av vårhvete inneholdt dessuten en betydelig mengde enniatiner. *Fusarium avenaceum*, *Fusarium poae* og *Fusarium tricinctum* er alle *Fusarium*-arter som kan produsere enniatiner. Våre foreløpige resultater kan tyde på at innhold av enniatiner i kornet ikke er påvirket av forgrøde. Nyere forskningsresultater fra Canada viser god vekst av *F. avenaceum* også på planterester fra andre kulturer enn korn (Fernandez et al. 2008).

Vi kan foreløpig konkludere med at havresortene Hurdal og Lena generelt har hatt et lavere innhold av mykotoksiner enn sortene Bessin, Belinda og Gere i det utvalget av kornprøver som vi har analysert. Dessuten ser det ut til at risiko for særlig høye nivå av mykotoksinene HT2 og T2 i havre øker betydelig ved havre som forgrøde. Potet som forgrøde ser ikke ut til å redusere smittepresset av *F. graminearum* og utvikling av DON i kornet. Mykotoksin-analyser fra korn høsta i sesongen 2008 vil bli presentert på Bioforsk-konferansen 2009.

Referanser

- Burlakoti, R.R., R. Estrada Jr, V.V. Rivera, A. Boddada, G.A. Secor & T.B. Adhikari. 2007. Real-time PCR Quantification and Mycotoxin Production of *Fusarium graminearum* in Wheat Inoculated with Isolates Collected from Potato, Sugar Beet, and Wheat. *Phytopathology* 97:835-841.
- Dill-Macky, R. & R.K. Jones. 2000. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 84:71-76.
- Fernandez, M.R., D. Huber, P. Basnyat & R.P. Zentner. 2008. Impact of agronomic practices on populations of *Fusarium* and other fungi in cereal and noncereal crop residues on the Canadian Prairies. *Soil & Tillage Research* 100:60-71.
- Henriksen, B. 1999. Factors affecting *Fusarium* infection and mycotoxin content in cereal grains. Agricultural University of Norway. Doctor Scientiarum Theses 1999(4).

Varsling av risiko for *Fusarium* og mykotoksiner i Norge

Vi har laget varslingsmodeller for DON-innhold i hvete, men modellene må testes i praksis slik at vi kan fastslå påliteligheten. Feltdata som jordarbeiding og vekstskifte må også inkluderes i modellene for at de skal bli sikrere.

Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Sonja Klemsdal og Heidi Udnes Aamot
Bioforsk Plantehelset
oleif.elen@bioforsk.no

Innledning

Det har i de senere åra vært økt fokus på *Fusarium* og mykotoksiner i korn. Dette skyldes vesentlig to forhold. Det ene er at EU har som mål å begrense mengden mykotoksiner i korn og kornprodukter og i den forbindelse har det blitt utarbeidet grenseverdier for noen toksiner i omsatt korn. Norge følger EU på dette området. For det andre er det de siste åra funnet til dels høye konsentrasjoner av mykotoksinene DON og T-2/HT-2 i mange norske kornpartier. Norsk korn utgjør en betydelig andel av kraftfôrforbruket her i landet, og vel halvparten av norsk hvete brukes til mat. Det er derfor grunn til å tro at mennesker og dyr i varierende grad eksponeres for helseskadelige mykotoksinnivåer.

Graden av *Fusarium*-angrep påvirkes av forskjellige miljøfaktorer og dyrkingsforhold samt tilgangen på smittestoff. I tillegg betyr graden av resistens i art/ sort ganske mye. Fuktighet er den mest kritiske faktor for spredning av soppene i åkeren og utvikling av akksfusariose. Veksten til *Fusarium* avhenger også av temperatur. I perioden før høsting er det også sammenheng mellom nedbør og infeksjon. Redusert jordarbeiding og dyrking av mottakelige kornarter året før kan også gi økt fare for forekomst av *Fusarium* og mykotoksiner.

I USA og Canada er det utviklet nettbasert varsling av fare for angrep av *F. graminearum* i hvete. Disse varslene er vesentlig basert på værdata og aksskytings-/ blomstringsdato. Vi vil også hos oss utvikle et nettbasert varslingsystem tilsvarende varsling av andre kornsjukdommer i VIPS.

Varslingsmodeller og fremtidsutsikter

Vi tar sikte på å lage to typer modeller, en varslings-

modell og en prognosemodell. Varslingsmodellen vil likne på modellen for varsling mot bladfleksjukdommer i hvete og den skal gi et sprøytevarsel når kornet blomstrer. Den er utviklet på grunnlag av værdata i et fire ukers vindu - to uker før og to uker etter Z61. Da det må sprøytes med fungicider under blomstringen, må vi når varselet er oppe og går, i VIPS bruke historiske data til og med Z67 og data fra værprognoser for den siste uka. Prognosemodellen vil være basert på historiske værdata fram til høsting. Den vil kunne gi en risikovurdering om fare for et høyt toksinninnhold i høstet korn i en bestemt åker. Det vil i første omgang være aktuelt å lage varslingsmodeller for de soppene/toksinene som lar seg bekjempe med fungicider. Dessuten bør det lages modeller som kan forutsi utvikling av *F. langsethiae* i havre. Denne arten produserer de svært giftige toksinene T-2 og HT-2 og synes å være forskjellig fra andre *Fusarium*-arter, både når det gjelder etablering og vekst. Prognosemodeller kan det i prinsippet være aktuelt å lage for alle *Fusarium*-arter.

Vi har i skrivende stund kun modeller for hvete. Disse modellene baserer seg på værdata, sorter og om det er vår- eller høsthvete. Vi tar sikte på å lage modeller også for havre og inkludere feltdata i de nye modellene. Feltdata vil dreie seg om bl.a. jordarbeiding, gjødsling og vekstskifte. Jordarbeiding og vekstskifte er et indirekte mål på smittmengden i jorda. Når mengden planterester på jordoverflaten øker, øker også sjansen for at det befinner seg mer smittestoff der enn på en ren jordoverflate.

I våre modeller bruker vi værdata fra Bioforsk værstasjoner rundt om i landet. Noen felt vil ligge forholdsvis langt fra stasjonene, og på sikt kan det være mulig å interpolere værdata mellom stasjoner.

På den måten håper vi å få mer nøyaktige varsler. I de modellene vi foreløpig har laget, er antall dager med nedbør over 2 mm pr uke en brukbar variabel. Birgitte Henriksen brukte denne variabelen i sin doktoravhandling (Henriksen 1999) og fant en sammenheng mellom variabelen og forekomst av *F. avenaceum*. Vi har kalt denne variabelen for DTN og nummerert den fortløpende ukevis fra to uker før blomstring (DTN1), (DTN2) en uke før begynnende blomstring, (DTN3) blomstingsuka til fire uker etter blomstingsuka (DTN7), to uker før høsting (DTN8) og siste uke før høsting (DTN9). Den foreløpige varslingsmodellen som går fram til uka etter blomstring (Z67 + 1 uke) forklarer variasjonen i DON-innhold med 82 % og har følgende formel:

$$\text{DON} = - 31.1 + 48.1 \text{Art-nr } 1\text{vh } 0\text{hh} + 112 \text{Bjarne} * \text{DTN1} - 161 \text{Zebra} * \text{DTN1} + 331 \text{Zebra} * \text{DTN3} + 476 \text{Zebra} * \text{DTN4} - 33.2 \text{DTN1} * \text{DTN2} + 31.3 \text{DTN1} * \text{DTN4} + 26.2 \text{DTN2} * \text{DTN3}$$

Art-nr 1vh 0hv betyr at vårhvete har verdi 1 og høsthvete verdi 0 i beregningen (0 og 1 er såkalte "dummy variable"). Bjarne*DTN1 betyr at dette er en samspillsverdi mellom sorten Bjarne (verdi 1 for alle observasjoner med Bjarne og verdi 0 for alle andre sorter) og antall dager med over 2 mm nedbør i uke nr to før begynnende blomstring. Tilsvarende er også alle andre variable med * samspillsverdier.

Modellen fram til høsting forklarer 85 % av variasjonen og har seks av variablene til den forrige funksjonen og i tillegg fire nye. Formelen er som følger:

$$\text{DON} = - 45.0 + 60.7 \text{Art-nr } 1\text{vh } 0\text{hh} + 94.8 \text{Bjarne} * \text{DTN4} - 185 \text{Zebra} * \text{DTN1} + 381 \text{Zebra} * \text{DTN3} + 455 \text{Zebra} * \text{DTN4} - 35.4 \text{DTN1} * \text{DTN2} + 26.0 \text{DTN2} * \text{DTN3} - 86.9 \text{Zebra} * \text{DTN6} + 37.4 \text{DTN1} * \text{DTN8} + 29.1 \text{DTN1} * \text{DTN9}$$

For å validere funksjonene, har vi brukt 46 datasett fra 2003 som ikke har vært med i beregningen av regresjonene. Vi har estimert DON ved hjelp av funksjonene ovenfor, men det var en dårlig sammenheng mellom de estimerte verdiene og de observerte. Grunnen til dette ser ut til å være at 43 av de 46 registrerte DON-verdiene lå under 106 ppb, de fleste under eller i nærheten av deteksjonsgrensen på 20 ppb. Tre observasjoner hadde et DON-innhold i området 289-601 ppb. Heller ikke disse verdiene klarte modellene å fange opp. Av de beregnede datasettene

lå 43 under 500 ppb, de tre resterende var på 574, 1100 og 1752 ppb og høyt over de faktiske verdiene og representerte såkalte falske positive. Det er mulig at vi fikk så høye verdier her fordi forholdene for infeksjon lå til rette, men at det ikke var inokulum (smittestoff) til stede i åkeren. Fra 2006 testet vi fire DON-resultater på henholdsvis 190, 840, 1300 og 2400 ppb. Tilsvarende beregnede resultater var 43, 717, 300 og 933 ppb for varslingsmodellen og 137, 466, 645 og 1496 ppb for prognosemodellen fram til høsting. Her ser vi at det var samsvar mellom de faktiske resultatene og modellene, men at modellverdiene lå en del lavere enn analyseverdiene. Modellen for hele sesongen gav også som forventet det beste resultatet.

Vi har også prøvd en kanadisk varslingsmodell på noen andre av våre data fra 2003-2004 (Hooker *et al.* 2002). Her fikk vi 17 % samsvar med våre data. Vi kan konkludere med at vi må teste modellene våre på flere prøver med høyt nok mykotoksininnhold og feltfaktorer må inkluderes.

Sammenfatning

- Været og sorter forklarte mer enn 80 % av variasjonen i DON i våre modeller
- Vi bør også inkludere *Fusarium*-smitten i modellene - det er foreløpig ikke gjort
- En kanadisk modell som vi har testet gav ikke godt nok resultat og vi fant bare ca 17 % samsvar

Referanser

- Henriksen, B. 1999. Factors affecting *Fusarium* infection and mycotoxin content in cereal grains. Agricultural University of Norway. Doctor Scientiarum Theses 1999(4).
- Hooker, D.C, A.W. Schaafsma & L. Tamburic-Ilincic. 2002. Using weather variables pre- and post-heading to predict deoxynivalenol content in winter wheat. Plant Disease 86:611-619.

Fusarium graminearum i Norge

De senere årene er det registrert økt forekomst av sopparten *Fusarium graminearum* i norskprodusert korn. *F. graminearum* produserer blant annet soppgiften deoksynivalenol (DON). Korn høstet fra angrepne planter kan derfor være uegnet til mat og fôr.

Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Oleif Elen, Heidi U. Aamot og Sonja Klemsdal
Bioforsk Plantehele
ingerd.hofgaard@bioforsk.no

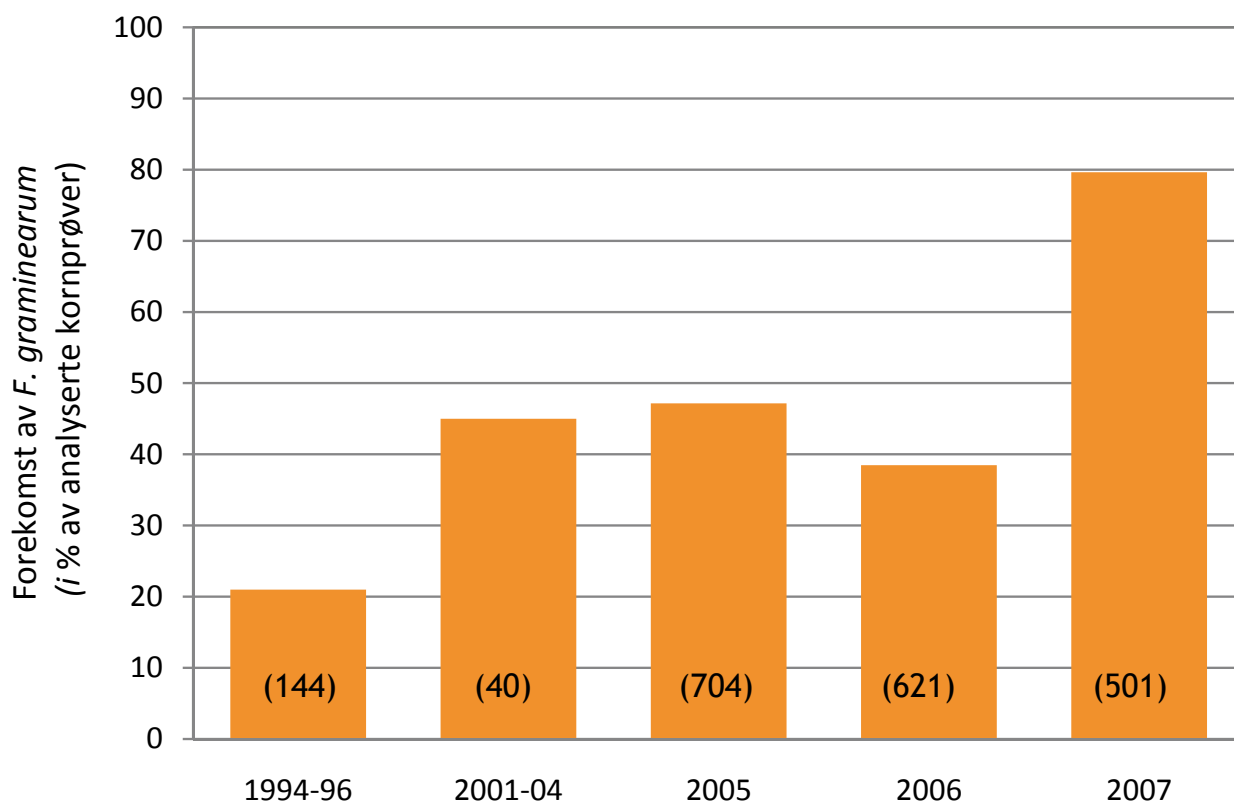
Aksfusariose er en kornsjukdom som kan forårsakes av en rekke ulike sopparter innen slekta *Fusarium*. Forekomst av ulike *Fusarium*-arter ser ut til å variere med klimatiske og dyrkningsmessige forhold (Fernandez et al. 2008). Soppartene *Fusarium culmorum* og *Fusarium avenaceum* er generelt mer utbredt i kjølig og fuktig klima, mens angrep av *Fusarium poae* særlig registreres under tørre og varme forhold (Xu et al. 2008). *Fusarium graminearum* er utbredt i områder med varmt og fuktig klima (Xu et al. 2008). *Fusarium avenaceum*, *Fusarium poae*, *Fusarium tricinctum* og *Fusarium culmorum* har tidligere blitt ansett som de mest dominerende *Fusarium*-artene i norskprodusert korn (Kosiak et al. 2003; Henriksen & Elen 2005). I de senere år har imidlertid *F. graminearum* blitt mer utbredt. Den økte forekomsten av *F. graminearum* i norskprodusert korn kan presenteres ved å sammenlikne data fra eldre og nyere registreringer av *F. graminearum* (figur 1). Økt utbredelse av *F. graminearum* er også rapportert i andre deler av Europa (Xu et al. 2005). Denne endringen i artssammensetning kan blant annet være et resultat av et gradvis varmere og fuktigere klima, eller at soppen har tilpasset seg et kjøligere klima, økt dyrkning av mottakelige kornsorter og/eller økt produksjon av mais i områder med korndyrkning (Xu et al. 2005). Forekomst av *Fusarium* spp. kan også påvirkes av fungicider som brukes mot andre soppjukdommer (Henriksen & Elen 2005).

Korn som er angrepet av *F. graminearum* kan ha nedsatt spirekvalitet. Alvorlige spireproblemer i en del partier av havresorten Bessin ble registrert i 2004. Undersøkelser ved KIMEN såvarelaboratoriet viste at disse partiene var kraftig angrepet av *F. graminearum*. I 2007 ble det registrert *F. graminearum* i nesten 80 % av frøpartiene av vårhvete som ble analysert ved KIMEN såvarelaboratoriet. Til sammenlikning ble det i 2005 og 2006 registrert *F. graminearum* i omlag 40-50% av frøpartiene (figur 1). Parallelt med økningen i

F. graminearum er det registrert en økning i innhold av deoksynivalenol (DON) i kornet- et mykotoksin som blant annet produseres av *F. graminearum*.

I Fusariumprosjektet ved Bioforsk Plantehele har vi i løpet av en 5 års periode (2004-2008) samlet inn kornprøver fra partier med norskprodusert havre og vårhvete med tilhørende opplysninger om klima og dyrkningsmessige forhold. Kornprøvene er analysert for innhold av mykotoksiner ved Evira (Helsinki, Finland) og i tillegg er forekomst av utvalgte *Fusarium*-arter analysert ved Bioforsk Plantehele ved bruk av molekylære metoder. Ved å sammenstille og analysere data og informasjon om de ulike kornprøvene, ønsker vi å kartlegge faktorer som kan ha betydning for utvikling av ulike *Fusarium*-arter og mykotoksiner i kornet. Vi vil i tillegg sammenlikne genetisk variasjon, veksthastighet og aggressivitet i et utvalg isolater av *F. graminearum*. *F. graminearum* isolert fra korn høstet i perioden 2004-2007 vil bli sammenliknet med isolater av *F. graminearum* fra korn samlet inn tidligere år (1990-1996). Dette gjøres for å undersøke om den økte forekomsten av *F. graminearum* i norsk korn sammenfaller med generelle endringer i egenskaper i norske populasjoner av denne sopparten.

Fuktig og varmt vær, særlig i blomstringsperioden, ser ut til å gi økt risiko for angrep av *F. graminearum* og utvikling av mykotoksiner i kornet. Selv om nedbør og klimaforhold er viktige faktorer, kan også jordarbeiding og vekstskifte ha stor betydning for *Fusarium*-infeksjon og utvikling av mykotoksiner i korn (Champeil et al. 2004). Ved dyrking av korn etter korn kan risikoen for utvikling av *F. graminearum* øke, særlig om det ligger igjen mye planterester på åkeren ved såing. Smitte av *F. graminearum* kan også komme fra omkringliggende åkre fordi denne sopparten produserer sporer som kan spres med vind over lange avstander. Fungicidet Proline (protiokonazol) er i dag



Figur 1. Utbredelse av *F. graminearum* i kornprøver av norskprodusert hvete. Andel av prøvene med funn av *F. graminearum* er oppgitt i prosent av det totale antallet kornpartier som ble analysert (i parentes). Figuren viser data fra tre separate studier av hvete: 1994-1996 (Kosiak et al. 2003), 2001-2004 (Elen et al.) and 2005-2007 (KIMEN såvarelaboratoriet).

det mest aktuelle plantevernmiddelet som kan brukes i Norge for å bekjempe *F. graminearum* og andre *Fusarium*-arter i korn. Mer informasjon om *Fusarium* og mykotoksiner i norskprodusert korn finner du blant annet i Hofgaard et al. (2009), denne boka.

Referanser

- Champeil, A., T. Doré & J.F. Fourbet. 2004. *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Science* 166:1389-1415.
- Fernandez, M.R., D. Huber, P. Basnyat & R.P. Zentner. 2008. Impact of agronomic practices on populations of *Fusarium* and other fungi in cereal and noncereal crop residues on the Canadian Prairies. *Soil & Tillage Research* 100:60-71.
- Henriksen, B. & O.N. Elen. 2005. Natural *Fusarium* grain infection level in wheat, barley and oat after early application of fungicides and herbicides. *Journal of Phytopathology* 153:214-220.

- Hofgaard, I.S., G. Brodal, O. Elen, H.U. Aamot & S. Klemsdal. 2009. Innhold av mykotoksiner i havre og vårhvete 2006 - 2008. *Bioforsk FOKUS* 4(2):92-93.
- Kosiak, B., M. Torp, E. Skjerve & U. Thrane. 2003. The prevalence and distribution of *Fusarium* species in Norwegian cereals: a survey. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section B - Soil and Plant Science* 53:168-176.
- Xu, X.M., P. Nicholson, M.A. Thomsett, D. Simpson, B.M. Cooke, F.M. Doohan, J. Brennan, S. Monaghan, A. Morretti, G. Mule, L. Hornok, E. Beki, J. Tatnell, A. Ritieni & S.G. Edwards. 2008. Relationship Between the Fungal Complex Causing *Fusarium* Head Blight of Wheat and Environmental Conditions. *Phytopathology* 98:69-78.

Bipolaris sorokiniana – en kornsjukdom på frammarsj i Norge

Bipolaris sorokiniana, som forårsaker Bipolaris-brunflekk, har i økende grad blitt registrert i såkorn av bygg i Norge de seinere årene. Særlig sortene Edel og Annabell har høye angrep. Forsøk viser at såkornsmitte av denne sjukdommen kan forårsake redusert oppspiring i felt og betydelige avlingstap og at beising med kjemiske midler har god effekt.

Elin M. H. Stabbetorp^{1,2}, Håkon Tangerås³ og Guro Brodal¹

¹Bioforsk Plantehelse, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap, ³Kimen Sävarelaboratoriet AS
guro.brodal@bioforsk.no

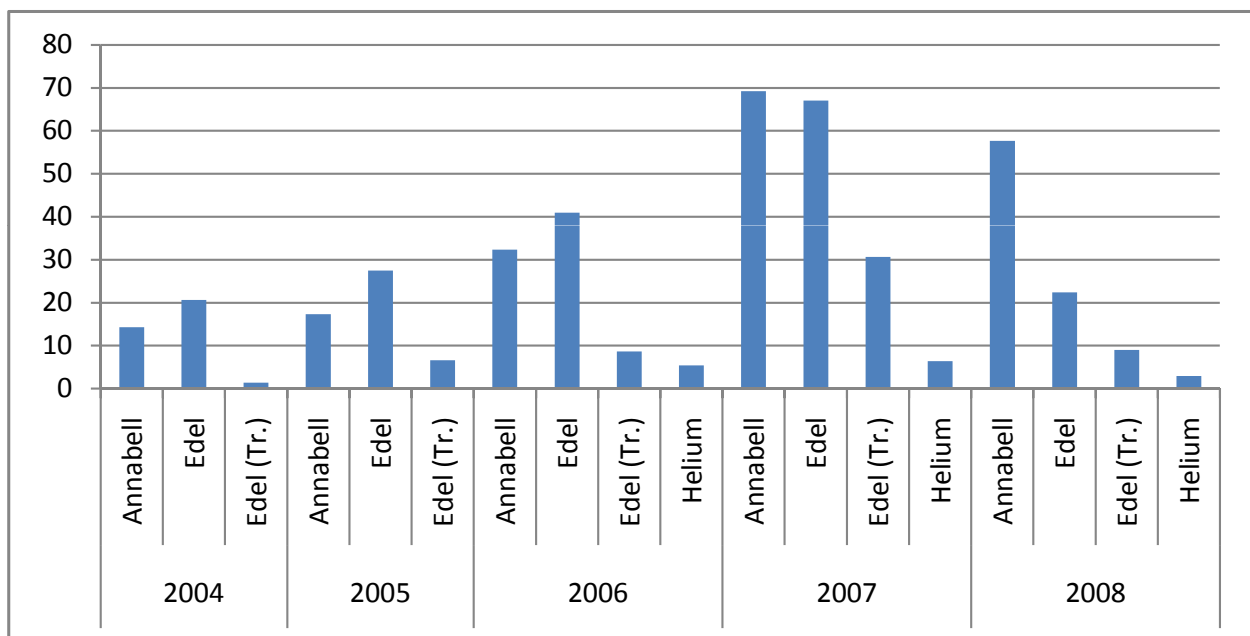
Symptomer/biologi

B. sorokiniana (teleomorf *Cochliobolus sativus*) kan angripe alle kornartene, men har i Norge størst betydning i bygg. Fra infisert såkorn, eller fra infiserte planterester på bakken, kan *B. sorokiniana* angripe røtter, koleoptile, blad og aks. Hardt angrepne korn kan være så svake at de aldri vil spire eller de utvikler dvergvekst. Symptomene på primærsmitte er brunfarge på røtter og koleoptile, mørk stråbasis (fotsjuka), samt mørkebrune flekker med klorotisk randsone spesielt langs bladkanten på første blad. Sporer fra primærangrepne planter spres oppover i bestandet når luftfuktigheten er tilstrekkelig høy. De sekundære symptomene begynner som tallrike mørkebrune flekker med klorotisk randsone, som etter hvert

kan vokse sammen. Sterke angrep vil føre til redusert mating av korna og angrep i akset kan forårsake skrupne og misfarga korn. Sporespredning omkring aksskyting og blomstring kan føre til infeksjon av embryo som kan forårsake redusert spireevne. Soppen overvintrer på infisert såkorn, på planterester eller som frie sporer i jorda.

Såkornsmitte

Bipolaris-brunflekk har blitt ansett å ha størst betydning i områder med noe varmere klima enn vårt, men angrep på såkorn av bygg har blitt registrert i økende grad i Norge de seinere årene (figur 1). Sunnhetsanalyser av såkornpartier foretatt av Kimen Sävarelaboratoriet AS har vist høye forekomster av *B. sorokiniana*



Figur 1. Gjennomsnittlig smittegrad (% angrepne korn) av *B. sorokiniana* i såkornpartier analysert ved Kimen Sävarelaboratoriet. Tr. står for Edel dyrket i Trøndelag. For 2008 er partier analysert til og med 17. desember inkludert.

i Edel og Annabell, spesielt i 2007. Samme år ble det dyrket Edel på 30 % av byggarealet her i landet, mens Annabell hadde en markedsandel på vel 13 % (Åssveen et al 2008). Når det gjelder Edel hadde 66 % av de analyserte såkornpartiene fra Østlandet mer enn 60 % smitte av *B. sorokiniana* i 2007. I 2008 var andelen såkorn infisert med *B. sorokiniana* noe lavere enn foregående år. Det er ikke sett etter noen sammenheng mellom klimadata og forekomsten av soppsjukdommen for disse årene. I et dansk forsøk er det vist at høy temperatur en uke etter man har sådd gir en høyere frekvens av *B. sorokiniana* i avlinga (Jørgensen 1974). I tillegg er det i et svensk veksthusforsøk påvist en større andel av planter med bladangrep i tørr jord i forhold til i fuktig jord (Olofsson 1976).

Betydning av såkornsmitte og beising

Det anbefales i dag å beise såkornpartier dersom det påvises mer enn 10 % smitte av *B. sorokiniana*. Denne smitteterskelen er imidlertid fastsatt ut fra resultater fra danske og svenske feltforsøk fra mange år tilbake. For å se nærmere på betydning av såkornsmitte for oppspiring og avlingsmengde under norske forhold ble det gjennomført feltforsøk i Ås i 2007 og på Romerike i 2008. Forsøkene er gjennomført med såkornpartier av bygg med ulik smittegrad av *B. sorokiniana* og effekten av ulike beisemidler er vurdert.

Det ble i 2007 anlagt to randomiserte blokkforsøk i Ås, ett med sorten Annabell og ett med Edel. I feltet med Annabell var smittegraden av *B. sorokiniana* ca 90 %, mens i feltet med Edel 40 %. Såkornet av bygg med høy smittegrad ble behandlet med fire beisemidler, i tillegg til at et ledd forble ubehandla. I begge felt ble det i tillegg inkludert et ledd med et ubehandla parti av samme sort med så lav smittegrad som mulig å oppdrive. Det ble anlagt tre gjentak pr felt. I 2008 ble det anlagt to felt i Nes, med to ulike partier av sorten Annabell, med henholdsvis 100 % og 40 % *B. sorokiniana*. Begge partiene ble behandlet med ni ulike beisemidler, i tillegg til at forsøket inneholdt et ubehandla ledd av samme parti. Begge felte hadde fire gjentak. Oppspiring i felt ble begge åra registrert ved optelling av antall spirte planter pr. meter sårad henholdsvis fire og fem steder pr rute når plantene hadde 2-3 blader. Ved høsting ble det foretatt avlingsregistrering for å finne eventuelle forskjeller mellom behandlingene. I tillegg til forsøk i felt ble alle ledd analysert ved Kimen Såvarelaboratoriet AS for spireevne og smitte av *B. sorokiniana*.

Beising med kjemiske midler reduserte smitteprosenten på såkornet og økte oppspiringa i felt. Sammenligning av et tilnærmet friskt parti med et med relativt høy smittegrad viste at en høy smittegrad av *B. sorokiniana* kan redusere avlinga betydelig. Det var kun det imazalilholdige midlet, Fungazil Gold, som kunne måle seg opp mot avlinger tilsvarende det ubehandla parti med lav smittegrad. Laboratorieanalysene viste at restsmitten av *B. sorokiniana* var lav ved bruk av Fungazil Gold. Både i feltet på Ås og på Romerike ga Fungazil Gold høyest avling av de behandla leddene. Det var større effekt av beisemidler på oppspiringen i felt i Ås enn på Romerike. En forklaring kan være at det gikk forholdsvis lang tid fra såtidspunktet til spiring på Romerike på grunn av en kjølig periode.

Forsøkene viste at smitte av *B. sorokiniana* på såkorn kan forårsake betydelig redusert avlingsnivå. Frisk ubehandla såvare ga oppspiring og avling omtrent på nivå som med beste beisemiddel når smittegraden var høy. De mest effektive beisemidlene mot såkornsmitte var de imazalilholdige, spesielt Fungazil Gold. Det beste beisemidlene reduserte smittenivået på såkornet, ga bedre oppspiring i felt og unngikk dermed store reduksjoner i avlingsnivået. Med tanke på økologisk dyrking viste ikke Cedomon noen god effekt mot *B. sorokiniana* i disse forsøkene.

Referanser

- Jørgensen, J. 1974. Occurrence and importance of seed-borne inoculum of *Cochliobolus sativus* on barley seed in Denmark. Acta Agric. Scan. 24:49-54.
- Olofsson, B. 1976. Undersökningar rörande *Drechslera*-arter hos korn och havre. Meddn. St.VaxtskAnst. 16(172):323-425.
- Åssveen, M., Tangsvæn, J., Lundon, A.R., Bergjord, A.K., Weiseth, L. 2008. Sorter og sortsprøving 2007. Jord- og plantekultur 2008. Bioforsk FOKUS 3(2):24-47.

Varsling av skadegjørere i korn og oljevekster – hvor er vi og hvor går vi?

Bruken av VIPS har økt i de seinere årene. Behovet for et slikt system som kan vise utviklingen av planteskadegjørere og fungere som beslutningsstøtte vil øke i åra framover på grunn av endringer i klima, endring av skadegjørerne, endret dyrkingsteknikk og færre tilgjengelige plantevernmidler.

Einar Strand
Bioforsk og Norsk Landbruksrådgiving
einar.strand@bioforsk.no

VIPS (Varsling Innen PlanteSkadegjørere) er beslutningsstøtteverktøy som utvikles i et samarbeid mellom Bioforsk PlanteHelse og Norsk Landbruksrådgiving. Samarbeidet er viktig fordi kunnskapen fra utviklingen av VIPS og resultatene fra beregnede varsler skal formidles ut til gårdbrukerne, og modellene i VIPS må etterprøves og videreutvikles gjennom forsøk utført av de lokale forsøksringene. VIPS er et viktig hjelpemiddel for å avgjøre når det er behov for å bruke plantevernmidler og å bruke disse så optimalt som mulig.

Hvor er vi?

I korn var følgende modeller operative i VIPS i sesongen 2008:

ugras, bladfleksjukdommer i hvete, bygg-brunfleck, grå øyefleck, mjøldogg i hvete og storknolla råtesopp.

Varsling av bladfleksjukdommer i hvete og av storknolla råtesopp er basert på grunnopplysninger fra det aktuelle areal. Selve varselet utarbeides på grunnlag av klimamodeller. De øvrige varslene forutsetter registrering i den aktuelle åkeren som så behandles i forhold til klimadata og værmeldingen for de neste 5 døgn. Ugrasmodellen er basert på en modell fra Dansk Landbruksrådgivning og tilpasset norske forhold gjennom utprøving i feltforsøk.

I tillegg til disse varslingsmodellene inneholder VIPS muligheter for å legge inn meldinger om 1. funn av skadegjørere som for eksempel mjøldogg og lus. Det kan også legges ut aktuelle fagmeldinger som omtaler for eksempel strategier for bekjempelse av observerte skadegjørere, råd for integrert bekjempelse og strategier for å unngå utvikling av resistens hos skadegjørerne.

VIPS kan brukes av den enkelte bonde som kan får råd ved å registrere data fra egen gård, men er i like stor grad et hjelpemiddel i forsøksringene ved at en kan kjøre varselberegninger, tolke disse og formidle dette videre til ringens medlemmer.

Tabell 1 viser utviklingen av direkte bruk av VIPS de siste fire årene i tidsrommet april til september. Antall besøk har økt med 25 %, antall viste sider har økt med 70 % på disse årene (ikke vist i tabell).

Vel så viktig som den direkte oppkoblingen mot VIPS er den kunnskapsformidlingen som foregår fra forsøksringene. Ringene sender ut et stort antall meldinger til sine medlemmer i vekstsesongen (tabell 2). De fleste av disse inneholder planteverninformasjon basert på varsler eller kunnskap utviklet gjennom arbeidet med VIPS.

Informasjonen fra forsøksringene og ut til praktikerne

Tabell 1. Besøksstatistikk, antall besøk for april - september for VIPS i perioden 2004 - 2008.

År\mnd	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Sum
2008	6487	9207	10127	10642	8235	5138	49916
2007	7776	7984	9706	9525	7136	4705	46832
2006	4082	7172	8340	7700	6495	4614	38403
2005	4913	8661	8716	7164	6075	4379	39908

Tabell 2. Informasjon utsendt som e-post i plantevernssonen 2008 fra forsøksringer med > 200 000 dekar korn.

Forsøksring	Kornareal daa	Ant. uts.	Ant. medl. pr. uts.	Tot. ant. enkelt uts.
SørØst	750 000	13	510	6630
Romerike	450 200	13	600	7800
Hedmark	227 000	13	352	4576
Solør-Odal	302 000	2	240	480
Vestfold	277 900	13	270	3510
Buskerud	220 700	11	130	1430
Trøndelag FR	200 000	13	400	5200
Sum	2 427 800	78	2502	29626

har et betydelig omfang (tabell 2). For ringer med et vesentlig innslag av høstkorn er plantevernssonen definert fra 15. april, for de øvrige fra 15. mai, avslutning 15. juli. Tallene er omtrentlige, men gir et godt bilde av omfanget. Ringene har i tillegg skriftlig informasjon i form av medlemsskriv, markvandring i vekstssonen og møter utenfor sesongen hvor temaet er plantevern og hvor kunnskap utviklet gjennom VIPS benyttes. I tillegg gis informasjon direkte, enten ved medlemsbesøk eller pr. telefon i vekstssonen.

Hva er utfordringene?

Vi står foran en rekke utfordringer på plantevernssida i korn og oljevekster. Klimaet endrer seg og med det de ulike skadegjørerne og utbredelsen av disse. For å unngå økt forbruk av plantevernmidler blir derfor kunnskap om skadegjørerne og varsling av angrep enda viktigere enn i dag. Dette understrekes av den utviklingene vi ser av økt toleranse og resistens mot bekjempingsmidler, en utvikling det er viktig å avdekke tidlig for å kunne sette inn tiltak. Det foreligger også signaler om at vi vil få færre plantevernmidler å spille på i bekjempelsen.

På grunn av skjerpede miljøkrav i korndyrkingen vil omfanget av redusert jordarbeiding øke. Det vil utfordre oss både når det gjelder ugras, sjukdommer og skadedyr. Det skjer en kontinuerlig utvikling av nytt sortsmateriale. Det er viktig at dette testes ut i forsøk både med og uten bruk av plantevernmidler, for å kunne gi riktige råd ved dyrking av den aktuelle sorten.

Det er viktig at et varslingsystem som VIPS har tillit hos brukerne. Det er nødvendig å foreta en kontinuerlig utvikling og etterprøving av modellene gjennom forsøksvirksomhet for å opprettholde kvaliteten på de rådene som gis.

I Norge har vi en utfordring med å øke produksjonen av olje- og proteinvekster. Vi har store uløste oppgaver innefor plantevern i disse kulturene.

Hvor går vi?

Forutsatt finansiering, foreligger det omfattende planer for en videre utvikling av VIPS. En tar sikte på en bedre brukertilpassning og at rådene blir enda mer konkrete. De fleste modellene er basert på historiske klimadata eller værprognoser. Vi ser nå en mulighet for at disse beregner varsler på gårdsnivå, mot dagens system med bruk av "nærmeste klimastasjon". Dette, sammen med bedre værprognoser, vil øke mulighetene for å produsere gode varsler. Bondens ønske er at det gis et råd for det samlede behandlingsbehov, vurdert som en sum av de ulike skadegjørerne i åkeren.

Innfor skadedyr ønsker en å videreutvikle meldingstjenesten omkring 1. funn av lus og utvikle en modell som varsler utflytning av havrebladlus fra hegg. I tillegg ønsker en å utvikle en varslingsmodell for rapsglansbille i oljevekster.

Ugrasmodellen er den mest brukte modellen innfor korn. Det er her det er mest å hente i besparelser når det gjelder bruk av plantevernmidler i norsk korndyrking. Det er ønskelig å utvikle en modell som kan ta hensyn til summen av angrep av de ulike soppene når en tilråding utarbeides. Det er ønskelig å videreutvikle mjøldoggmodellen i hvete og ferdigstille ny mjøldoggmodell i bygg. Her er en imidlertid avhengig av et "mjøldoggår" for å få tilstrekkelig testing av modellene. En modell for spragleflekk er under arbeid. I tillegg er det viktig å komme fram til en modell som kan varsle risiko for utvikling av *Fusarium*angrep. På prioriteringslista står også en forbedring av modellen for varsling av fare for angrep av storknolla råtesopp i oljevekster og å inkludere erter i denne modellen.

Utvikling og bruk av VIPS-Ugras i korn og presentasjon av ny sprøyteteknikkmodul

Vips-Ugras er en samling av verktøy for å finne fram til optimaliserte blandinger og doser av ugras-middel til å bekjempe en gitt flora i vår og høstkorn. Det er nå også tatt høyde for at anbefalingene skal bidra til å forebygge og redusere resistens mot sulfonylurea-herbucid. Et nytt verktøy for sprøyteteknikk er under utvikling.

Jan Netland¹ og Per Rydahl²

¹Bioforsk Plantehelse, ²Aarhus universitet
jan.netland@bioforsk.no

Status

VIPS, Varsling Innen PlanteSkadegjørere, ønsket å utvikle PVO (Planteværn Online) for norske forhold som et tiltak i "Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmiddel". Nærmere beskrivelse av PVO finnes hos Rydahl (2003). Det ble skrevet en kontrakt mellom den gang DJF (Danmarks JordbrugsForskning) og Planteforsk om et 3-årig prosjekt. Bakgrunn og gjennomføring av prosjektet er beskrevet i Tøresen *et al.* (2004) og Netland *et al.* (2005 og 2006). Bruk av tankblandinger kan utvide arts-spektrumet og redusere forbruket av ugrasmidler. I feltforsøk og storskalaforsøk fant Netland & Øverjordet (2007) at en vanlig reduksjon i dosen ved å følge anbefalingene fra VIPS-ugras ligger på 40 %. Tilgjengelige verktøy i VIPS-Ugras består i dag av 4 deler:

Problemløser: Denne gjelder for alle vårkornartene med og uten gjenlegg og for høsthvete. Med dette verktøyet kan ugrasartene som finnes på det aktuelle skifte legges inn og en får råd om valg av ugrasmiddel og doser. Forekomst av resistent ugras i norsk korn-dyrking har gjort at dette verktøy et tatt i bruk for å få fram rådgivning om valg av preparat og preparatblandinger for å forebygge og bygge ned allerede resistente populasjoner. Dette er gjort ved å definere "nye arter" som de aktuelle midlene ikke kan brukes mot. Når f. eks resistent vassarve blir lagt inn, vil et resistensbrytende middel med god nok virkning mot vassarve bli anbefalt. I tillegg til vassarve er det lagt inn resistent balderbrå, då og stivdylle.

Effektprofil: Med dette verktøyet kan en studere virkningsgraden ved ulike doser til et bestemt middel for utvalgte eller alle ugrasartene.

Brukers blanding: Med dette verktøyet kan en sjekke virkningen mot utvalgte eller alle ugrasartene av egenvalgte kombinasjoner og doser av midler. Dette er et godt verktøy for innkjøpsplanlegging for ugras-middel når en har oversikt over hvilke ugrasarter som forekommer på gården eller skiftet. Med få tastetrykk kan en få opp siste etikett av alle aktuelle midler.

Nøkkel: Her er det lagt ut bilder av alle ugrasartene på ulike utviklingsstadier. Denne nøkkelen er linka til verktøyene som er beskrevet over slik at en kan se på ugrasartene når en er inne i den aktuelle delen av programmet.

Vedlikehold

VIPS-Ugras blir hvert år før sesongstart oppdatert for endringer i middelutvalg, bruksområder og bruksmåter. Det blir også justert for nye resultater fra middelprøvingen. Dette skjer sammen med det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet slik at nye relevante dansk resultater også blir tatt ved i denne justering og ved innlegging av nye herbicid. Korrigeringer etter klager eller kommentarer fra brukere blir foretatt dersom de i rimelig grad kan dokumenteres gjennom forsøk eller praktisk erfaring.

Omfang i bruken av VIPS-ugras

Siden VIPS-Ugras ble introdusert for praktisk bruk i 2005 har det vært en jevn økning i bruken. Tabell 1 viser at det var en besøksøking fra 2007 til 2008 på 12,1%. Dette er en vesentlig større økning enn i Danmark. Vi ser også at besøksantallet i Norge ligger på høgde med det danske når vi ser det i forhold til kornareal.

Tabell 1. Besøksstatistikk for VIPS-Ugras og for ugrasapplikasjonen på Planteværn Online i Danmark fra Google Analytics. Utvikling i besøk i perioden 2005-2008.

	Til sammen for 2005 og 2006	2007	2008	Økning fra 2007 til 2008
Norge	4726	5034	5720	12,1 %
Danmark		29940	30739	2,6 %

Sprøyteteknikk modul

Dette verktøyet vil være tilgjengelig fra sesongen 2009 som en del av VIPS. Ved hjelp av dette verktøyet kan en få forslag til væskemengde, kjørehastighet, dysetyper og dysestørrelser ved sprøyting mot ugras, skadedyr og sopp i korn, potet, gras og kløver, erter og oljevekster for sprøytetypene Danfoil, Hardi Twin og vanlige bomsprøyter. Det forutsettes at mengden av sprøytmiddel er minimert i forhold til sprøyteoppgaven, derfor angis risiko for nedsatt biologisk effekt med visning av mer eller mindre "glade smilemenn". Inngangen i verktøyet er valg mellom 2 klasser av vindhastighet (0-3 m/s og 4-5 m/s). Suksessivt i programmet blir brukeren spurt om sprøyteoppgave, kultur, utviklingsstadium, sprøytetype og dysestørrelse. Når en kommer til sprøytetype og dysestørrelse er det hjelp å få til rett angivelse. Anbefaling viser kombinasjonen av høyest mulig kjørehastighet og lavest mulige væskemengde, hvor smilemenn for både avdriftsrisiko og biologisk effekt er 'meget glade'. Videre utvikling av dette programmet kan tenkes å

være anvisninger for båndsprøyting, beregning av optimal bomhøgde i forhold til forskjellige sprøyteoppgaver og anvisning for kalibrering og utskifting av dyser.

Referanser

- Netland, J., K.S. Tørresen & P. Rydahl. 2005. Resultat fra forsøk med norsk utgåve av beslutningsstøtte-system for ugrassprøyting i korn. Grønn kunnskap 9(2):357-361.
- Netland, J., K.S. Tørresen & P. Rydahl. 2006. Resultat fra forsøk med beslutningsstøttesystemet VIPS-Ugras for ugrassprøyting i haustkorn. Bioforsk FOKUS 1(3):50-51.
- Netland, J & E. Øverjordet. 2007. Utvikling og bruk av VIPS-Ugras. Bioforsk FOKUS 2(1):88-89.
- Rydahl, P. 2003. A web-based decision support system for integrated management of weeds in cereals and sugar beet. 2003 OEPP/EPPO Bulletin 33:455-460.
- Rydahl, P. 2006. Nyt sprøyteteknikkmodul i Planteværn Online. Plantekongres 2006:66-67.
- Tørresen, K.S., J. Netland, & P. Rydahl 2004. Norsk utgåve av det danske beslutnings-støttesystemet Planteværn Online for ugrassprøyting i korn. Grønn kunnskap 8(2):100-109.

VIPS - varsler og utslag for bekjempelse av sjukdommer i hvete i 2008

Varslene i VIPS for bladflekksjukdommer i høsthvete var i de fleste tilfelle i godt samsvar med registrert lønnsomhet for bekjempelse i forsøkene. Varslene kom litt for seint i 2008 i for tidlig sådd vårhvete. For vårhvete sådd i mai var varslene i samsvar med forsøksresultatene.

Unni Abrahamsen¹ og Oleif Elen²

¹Bioforsk Øst, ²Bioforsk Plantehelse

unni.abrahamsen@bioforsk.no

Sjukdommer opptrer nesten årvisst i hveteåkrene, men det er stor forskjell mellom år, fra sted til sted og mellom ulike sorter hvor sterke angrepene og skadene blir. I praksis vil en bonde velge å sette inn en bekjempelse mot sjukdommer i kornåkeren, eller å la være, ut fra den kunnskap han har om hvordan et angrep vil utvikle seg. Fordi været i perioden etter behandling har stor betydning for utviklingen, er det et valg der en også må vurdere værprognosene. Varslingssystemet VIPS vil kunne være til hjelp ved slike avgjørelser, da systemet viser forventet utvikling av ulike sjukdommer ut fra opplysninger om såtid, sort, forgrøde, været på aktuelt tidspunkt (historisk vær) og værprognoser.

VIPS inneholder modeller for utvikling av bladflekksjukdommer i vårhvete og i høsthvete. Det er også laget modeller for utvikling av mjøldogg i både vår- og høsthvete. Modellene for mjøldogg er nye, og har ligget ute til testing i 2008, men pga lite mjøldogg var ingen mulighet for å teste modellene.

De siste årene har en sett på resultater fra ulike forsøk med bekjempelse av sjukdommer i hvete etter sesongen, for å se om VIPS-modellen gir en pålitelig varsling. Svært viktig for varslingen er meteorologiske data fra nærmeste klimastasjon. Værprognosene er også viktige for hvordan modellen beregner utviklingen av sjukdommen, men prognosene betyr mindre i modellen enn det historiske været. For at en behandling skal være lønnsom i hvete, bør avlingsøkingen være på rundt 4 % for å dekke utgifter til preparat. I tillegg kommer dekking av arbeid. Disse forutsetningene er innarbeidet i VIPS-varslingen.

Sjukdomsangrepene i høsthvete var beskjedne i 2008. I høsthvete bremset tørkeperioden i mai-juni

effektivt oppsmittingen av bladflekker i høsthvete. I slutten av juli kom en ny varm periode som førte til at høstkorntet modnet raskt, og sjukdomsproblemene ble minimale. Juliværet førte også til at angrepet av bladflekksjukdommer startet seint i vårveten. Men det fuktige augustværet stimulerte til en rask sjukdomsutvikling i slutten av vekstsesongen i vårhvete, og meravlingen for soppbekjempelse var stor i mange av forsøkene. I tabell 1 og 2 er vist prosentvis avlingsutslag for soppbekjempelse i ulike forsøk i høst- og vårhvete i 2008.

For høstvetefeltene ser en at det bare er i ett felt at det er blitt gitt varsel for bekjempelse i mai. Av de resterende feltene fikk de fleste varsel om behandling rundt St. Hans tider. Det var etter siste behandlingstidspunkt i de fleste forsøkene. Bortsett fra i forsøkene på Apelsvoll var det seineste behandlingstidspunkt som ga størst avlingsøking for den beste behandlingsstrategien i forsøkene. Ut i fra det kan VIPS-varslene synes å være riktige for disse feltene. Forsøkene på Apelsvoll ble vannet i begynnelsen av juni, noe som kan ha påvirket avlingsutslagene for soppbekjempelse tidlig i forhold til det VIPS-modellen beregner.

Av forsøkene som fikk VIPS-varsel i juli, og som dermed var for seine i forhold til behandlingsfristen, viser de noe usikre resultatene fra forsøkene at dette ikke passet helt på Romerike. For ett av feltene i Vestfold burde antagelig også varslene kommet tidligere. Likeså var det tidlige varselet for det ene feltet i Sørøst ikke lønnsomt pga den tørkeperioden som da akkurat hadde begynt.

For vårvetefeltene er grensen for behandling sett i forhold til behandlingsfrist satt fra 10 - 25. juli,

Tabell 1. Avlingsøkning i prosent ved soppbekjempelse til ulike stadier i høstvetefeltene i 2008, samt noen opplysninger om dyrkingsforhold og dato for VIPS-varsel.

	% avlingsøkning v/soppbekj. til ulike stadier *					Forgrøde	Jordarb.	Sikre- utslag	Dato for behandling	VIPS-varsel dato
	BBCH 32 **	45-49	49-55	65**	2 gang.					
Strategifelt										
SørØst	0	1		0		Vårhvete	Pløyd	Nei	13/5, 6/6, 16/6	23/5
Romerike	0	5		5		Havre	3 x harv	Nei	23/5, 11/6, 26/6	***
Vestfold	1	6		4		Vårhvete	Pløyd	Nei	23/5, 9/6, 25/6	***
Firmafelt										
Apelsvoll	3		4			Bygg	Pløyd	Nei	30/5, 17/6	21/6
Vestfold	0		3			Høsthvete	Pløyd	Nei	23/5, 20/6	***
Romerike	0		10			Erter	Harvd	Nei	13/5, 18/6	***
SørØst	1		4			Erter	Pløyd	Nei	14/5, 10/6	23/6
Hedmark	3		2			Høsthvete	Pløyd	Nei	21/5, 25/6	11/6
Buskerud	0		0			Havre	Pløyd	Nei	30/5, 18/6	***
Vestfold	0	8				Høsthvete	Pløyd	Nei	, 20/6	***
Romerike	2	5				Høsthvete	Pløyd	Ja	23/5, 12/6	23/6
Apelsvoll	5	1				Bygg	Pløyd	Nei	30/5, 17/6	21/6

* avlingsøkning i gj.snitt for de 2-3 beste behandlingene. For sortsforsøkene er brukt gj.snitt for alle sorter

** Beregnet i forhold til utslag for ledd med andre behandlingstidspunkt

*** varsel er ikke kommet innenfor aktuell behandlingstid med hensyn til behandlingsfrist

Tabell 2. Avlingsøkning i prosent ved soppbekjempelse til ulike stadier i vårhvetefeltene i 2008, samt noen opplysninger om dyrkingsforhold og dato for VIPS-varsel.

	% avlingsøkning v/soppbekj. til ulike stadier *				Forgrøde	Jordarb.	Dato for soppbekj.	VIPS-varsel Dato
	BBCH 35- 37	BBCH 45	BBCH 60-65	2 g. be- handl.				
Strategifelt								
Apelsvoll	6	6	15	18	Erter	Høstpløyd	20/6, 26/6, 10/7	17/7
SørØst	7	19	26	27	Høsthvete	Høstharvet	11/6, 24/6, 8/7	***
Romerike	0	5	9	12	Vårhvete	Vårpløyd	17/6, 25/6, 4/7	***
Vestfold	6	6	9	15	Høsthvete	Høstpløyd	17/6, 25/6, 8/7	12/7
Firmafelt								
	BBCH 31-32	BBCH 45-49						
Follo	0	11			Høsthvete	Redusert	4/6, 17/6	***
Apelsvoll	0	3			Erter	Pløyd	17/6, 2/7	17/7
Solør-Odal	3	17			Potet	Pløyd	17/6, 9/7	23/7
Sortsforsøk								
SørØst				17	Erter			***
Romerike				22	Vårhvete			20/7
Buskerud				13	Vårhvete	Pløyd		***
Vestfold				5	Potet	Pløyd		***

* se tabell 1, *** varsel er ikke gitt eller ikke kommet innenfor aktuell behandlingstid med hensyn til behandlingsfrist

avhengig av såtiden for feltet. For alle feltene var det det seineste behandlingstidspunktet som ga best lønnsomhet, og to ganger behandling ga ingen eller svært dårlig lønnsomhet i forhold til en gang behandling. Alle feltene som ble sådd i april fikk enten ikke noe varsel, eller varsel etter 10.juli. Forsøkene viser

likevel at det hadde vært god lønnsomhet i behandlingen. Varselet kom med andre ord litt for seint for den tidlig sådde vårhveten i 2008. For feltene som ble sådd i mai, kom varsel om bekjempingsbehov rett før grensen for behandling. Dette stemmer godt med resultatene fra forsøkene.

Bladlus i korn, forekomst, varsling og bekjempelse

Varsling er viktig for å vite om det bør sprøytes mot bladlus i korn, men klima og de naturlige fiendene bør vi også ha kunnskap om for kunne si noe om bladlusene faktisk blir et problem.

Ingeborg Klingen¹, Arild Andersen¹, Trond Hofsvang¹, Øystein Kjos¹ og Einar Strand²

¹Bioforsk Plantehelse og ²Bioforsk og Norsk Landbruksrådgivning

Ingeborg.klingen@bioforsk.no

Bladlus i korn og deres naturlige fiender

På korn i Norge er det to bladlusarter som er av økonomisk betydning: havrebladlus (*Rhopalosiphum padi*) og kornbladlus (*Sitobion avenae*). Begge artene er utbredt over hele landet. En tredje art, grasbladlus (*Metopolophium dirhodum*) opptrer av og til, særlig på Østlandet.

Bladlusene er utsatt for sykdommer, rov- og snylteinsekter. Blant sykdommene er det først og fremst sopp som dreper bladlusene i store antall når forholdene ligger til rette for det. I USA har man derfor hatt suksess med å varsle forekomsten av soppen *Neozygites fresnii* i bomullsbladlus. Når denne soppen er

til stede, blir dyrkerne anbefalt ikke å sprøyte med kjemiske insektmidler fordi soppen gjør jobben. Nyttetesoppen påvirkes sannsynligvis negativt av soppmidler, og redusert bruk kan også være med på å hjelpe denne soppen. Et fremtidig system for varsling av nyttesopp kan gjøre dyrkere mer sikre på om de virkelig bør sprøyte eller om nyttetesoppen kan gjøre jobben. Blant rovinsekter som dreper bladlus i korn kjenner vi både mariehøner, løpebiller, kortvinger samt larver av blomsterflue og gulløye. Også edderkopper spiser bladlus. Videre kan snylteveps, som lever som parasitter inne i bladlusene, redusere bestanden av bladlus. For å unngå å drepe nyttedyrene, er det viktig å unngå å sprøyte med for bredspektrede insektmidler.

Tabell 1. Gjennomsnittlig antall egg registrert på hegg (egg/ 10 knopper) på Østlandet og i Midt-Norge fra 1996-2008. De tallene som antyder stor fare for angrep (5 eller mer) er uthevet.

Egg snitt	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Østlandet	3,2	1,2	3,0	22,2	1,5	2,0	4,9	2,3	2,2	1,3	5,0	3,1	1,6
Midt-Norge	2,2	0,9	11,9	8,5	0,1	0,1	0,9	1,3	0,6	0,2	0,0	2,8	0,5

Forekomst og varslings av bladlus i Norge

I Norge teller vi egg av havrebladlus på hegg om et-tervinteren for å kunne gi en indikasjon på om det kan være fare for angrep. Gradering av angrepsfare er som følger:

Liten fare: 0-1 egg/10 knopper
Middels fare: 1-5 egg/10 knopper
Stor fare: Over 5 egg/10 knopper

Med mange egg på heggen ligger det altså til rette for en stor bladluspopulasjon følgende sommer og gjennomsnittstallene for de siste 13 årene er som vist i tabell 1.

Tabell 2. Skadeterskler for havrebladlus.

På buskingsstadiet	Over 5 bladlus pr. strå eller 60 % av stråene med bladlus
Ved skyting	10 bladlus pr. strå eller 85 % av stråene med bladlus
1-2 uker etter skyting	15 bladlus pr. strå eller 95 % av stråene med bladlus

Tabell 3. Skadeterskler for kornbladlus. Bare de bladlusene som sitter på flaggbladet og i akset regnes med.

Ved skyting	3 bladlus pr. strå eller 60 % av stråene med bladlus
Ved avsluttet blomstring	10 bladlus pr. strå eller 90 % av stråene med bladlus
På melkestadiet	15 bladlus pr. strå eller 95 % av stråene med bladlus på melkestadiet

Selv om antall egg gir en indikasjon på mulig fare for angrep er det mange forhold som påvirker den videre utviklingen av bladlus, og både klima og naturlige fiender (nyttedyr og nyttesopp) er viktige faktorer. For å få en mer nøyaktig indikasjon på om bladlus i korn kommer til å gjøre skade er det derfor også nødvendig med registrering av bladlus på plantene. Dette gjøres ved å registrere bladlus på plantene i en diagonal over feltet (100 m). Antall bladlus per plante telles eller det observeres om det er bladlus eller ikke på 100 planter eller strå fordelt på 20 steder. Skadetersklene som er i bruk ved sprøyting mot bladlus i korn i Norge er vist i tabell 2 og 3.

Bekjempelsesterskler og temperaturmodell i bruk i Danmark

Skadedyrforsker Lars Monrad Hansen i Danmark opplyser at de nå bruker noe de kaller "bekjempingsterskel". Disse baserer seg på at det tar ca 7 dager fra dyrkeren får meldingen til det blir sprøytet. "Bekjempingsterskel" (tabell 4) er derfor lavere enn de tidligere skadetersklene og kan ikke direkte sammenliknes med de norske. I modellene regnes det med en kornpris på 150 kr/hkg, men en høyere kornpris (220 kr/hkg) gir ikke spesielt store utslag på tersklene. Skadedyrmiddelprisene de regner med er betydelig lavere enn de norske.

Tabell 4. Veiledende bekjempingsterskel i Danmark

Høsthvete og vårkorn fram til og med veksstadium 73 (tidlig melkestadium)	40 % angrepne strå, dersom det ikke er behov for soppbekjempelse
	25 % angrepne strå, dersom det samtidig er behov for soppbekjempelse

Det er også utviklet en temperaturmodell, som ut fra antallet døgngrader (med basis 3 grader) i april til medio mai angir et forventet tidspunkt for første angrep (10 % angrepne strå) av bladlus i vårkorn og høsthvete. Prognosen blir løpende justert på bakgrunn av de aktuelle temperaturforholdene om våren. Prognosene kan etter hvert følges på <http://www.planteinfo.dk> under "Afgroeder". Hverken i "bekjempingsterskel" eller prognosene er nytteorganismene tatt med som noen direkte faktor.

Bekjempelse av rynkerose (*Rosa rugosa*) i verneområder i Nord-Trøndelag

Introduksjonen av fremmede arter regnes som en av de største truslene mot verdens biologiske mangfold. Norge har ratifisert Rio-konvensjonen om stans av tap av biologisk mangfold innen 2010, og har dermed også forpliktet seg til å redusere utbredelsen av fremmede arter. I 2007 utarbeidet Miljøverndepartementet en nasjonal strategi for tiltak mot fremmede arter. Rynkerose er en art som er i spredning og som utgjør en trussel i mange verneområder.

Liv S. Nilsen¹, Inger Sundheim Fløistad² og Bolette Bele¹

¹Bioforsk Midt-Norge, ²Bioforsk Plantehelset

liv.nilsen@bioforsk.no

Innledning

Rynkerose (*Rosa rugosa*) ble innført som hageplante fra Øst-Asia i siste halvdel av 1800-tallet, og har fra 1940-årene spredt seg langs kysten i Norge. I dag er rynkerose i sterk ekspansjon både i Norge og i mange andre europeiske land (Wiedima 2006). Den er oppført på norsk svarteliste blant arter som utgjør høy risiko for det stedlige biologiske mangfoldet (Gederaas et al. 2007). Rynkerose er en meget tolerant plante som tåler tørke, salt og frost og som kan vokse på alle jordtyper. Etablering på nye vokseplasser skjer først og fremst ved hjelp av frø, og fruktene spres effektivt med havstrømmer og fugl. Når arten har etablert seg på en lokalitet spres den videre lokalt med lange krypende jordstengler. Det er stort behov for kunnskap om målrettet og kostnadseffektiv bekjemping av rynkerose i verneområder. Målet med prosjektet har vært å øke kunnskapen om bekjempelse av rynkerose ved å utvikle metoder og forsøksoppsett for mekanisk og kjemisk bekjempelse i verneområder.

Material og metode

Forsøkene er lagt til Rinnleiret og Ørin naturreservat i Levanger og Verdal kommuner. Til sammen inneholder datasettet 120 ruter, hver på 1 m². Ved oppstart av forsøket ble krattene med rynkerose kappet ned med ryddesag og kvister ble raket sammen og fjernet fra forsøksfeltene. På Ørin er ulike kjemiske preparater prøvd ut; glyfosat (Roundup ECO), aminopyralid (GF839) og fluroksypyr + florasulam (Starane XL). I tillegg er ulike strategier for bruk av glyfosat testet: stubbebehandling, bladsprøyting vår og høst og bladsprøyting etter nedkapping av rynkerosekrattene til ulike tidspunkter. På Rinnleiret er mekanisk bekjempelse gjort 1-4 ganger utprøvd.

Registreringer i forsøksfeltene

Alle ruter ble vegetasjonskartlagt tidlig i juni og i begynnelsen av september. Det er brukt % dekningsgrad for alle karplanter. I tillegg er gjennomsnittshøyde på feltsjikt, strøsjiktets tykkelse (cm) og % dekning av feltsjikt, botnsjikt, strø og bar jord registrert. Før nedkapping ble dekning i % og høyde registrert i alle forsøksrutene. Etter første rydding ble antall stubber telt i alle ruter. Ved videre oppfølging ble det gjort registrering av minimum, maksimum og gjennomsnittlig høyde, dekningsgrad (%) og antall rotskudd av rynkerose først og sist i juni, i midten av juli, i begynnelsen av august og tidlig i september på Ørin og før nye behandlinger og ved siste registrering i september på Rinnleiret.

Resultat og diskusjon

Mekanisk kontroll

I forsøket med mekanisk fjerning av rynkerose viser resultatene etter første år at det er nødvendig å rydde krattene mer enn en gang i vekstsesongen, ellers øker både dekning og antall skudd av rynkerose. Etter første sesong kan vi ikke registrere store forskjeller mellom 2, 3 og 4 ryddinger. Dette kan ha sammenheng med at alle rutene med 2-4 ryddinger ble ryddet i august og at alle registreringene ble gjennomført i september. Til neste vår vil man muligens kunne registrere forskjeller i vekstkraft som resultat av de ulike behandlingene. Det er så å si ingen andre arter enn rynkerose som øker etter ei rydding, og spesielt dekninga av gras går tilbake, særlig i ruter som er ryddet to til fire ganger. Noen urter som ryllik og tiriltunge (*Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus*) har en svak økning. Dekninga av botnsjikt gikk ned

mens dekning av bar jord økte ved rydding. Når plantematerialet ble raket sammen ble også noe av mosen med. Når mose fjernes, vil andelen bar jord øke. At høgda på feltsjiktet går ned er også en naturlig følge av ryddingene, og høgda er lågest der det har blitt ryddet tre og fire ganger.

Kjemisk kontroll

Ved opptelling av antall nye skudd etter utprøving av de ulike kjemiske preparatene ga både amidopyralid og blandingen fluroksypyr + florasulam bedre resultat enn glyfosat. Når det gjelder plantehøyden og dekningsgrad ga glyfosat og amidopyralid bedre resultat enn fluroksypyr + florasulam. Totalt sett gir alle preparatene bedre resultat enn ren mekanisk bekjemping. Fordelen både med amidopyralid med fluroksypyr + florasulam er at preparatene kun virker på tofrøbladet vegetasjon, og dermed bevares grasartene. Amidopyralid er fremdeles under utprøving i Norge og er ennå ikke godkjent av Mattilsynet. Dette gjelder også florasulam som er den ene komponenten i Starane XL, men for bekjempelse av rynkerose er det antagelig fluroksypyr som er mest virksomt (godkjent preparat Starane).

Det ser ut til at effekten av glyfosat er bedre dersom nedkapping av rynkerosekrattene skjer etter bladsprett, med påfølgende sprøyting etter ny skuddskyting. På den måten blir plantene tappet mest mulig for opplagsnæring. Det var også god effekt av sprøyting som ble etterfulgt av gjentatt mekanisk nedkapping videre i sesongen. Denne gjentatte nedkappingen var lite arbeidskrevende. Effekten av stubbebehandling med glyfosat var ikke like god som bladsprett. Dette kan skyldes at ikke alle stubbene fikk preparat på seg. Men en ville likevel forventet en viss systemisk virkning i rotsystemet slik at effekten skulle oppnås uansett. I et av forsøksleddene ønsket vi å teste sensommerensprøyting sammenlignet med sprøyting om våren. Om høsten skjer stofftransporten i planten nedover mot rota og effekten av glyfosat kunne ventelig være bedre på det tidspunktet. Effekten av denne behandlingen vil vi ikke få svar på før eventuell registrering på forsommeren 2009.

Sprøyting med glyfosat virket mest negativt på vegetasjonen. Her gikk både urter, gras og botnsjikt sterkt tilbake og flere urter som geitrams, mjødukt og då (*Chamerion angustifolium*, *Filipendula ulmaria*, *Galeopsis* sp.) gikk helt ut. Glyfosat har bred ugrasvirkning både på enfrøblada (grasarter) og tofrøblada

arter. Det ble derfor som forventet at behandlingen med dette preparatet hadde mest negativ virkning på vegetasjonen. Både aminopyralid og fluroksypyr + florasulam er selektive preparater som kun har virkning mot tofrøblada planter. Grasartene klarte seg som forventet godt etter sprøyting med disse preparatene.

Sikre anbefalinger kan ikke gis etter kun ett år med forsøk. Men resultatene gir noen foreløpige indikasjoner:

- Dersom sprøyting skal foretaes på nedkappet rynkerosekratt, er effekten av glyfosat bedre dersom nedkapping skjer etter bladsprett, med påfølgende sprøyting etter ny skuddskyting.
- Gjentatt nedkapping etter sprøyting på våren, gir en god bekjempelse.
- For sprøyting på nedkappet plantebestand er fluroksypyr trolig et godt alternativ til glyfosat for å skåne grasvegetasjon, men den systemiske virkningen er usikker.
- Eventuell sprøyting med glyfosat på intakte plantebestand, uten nedkapping først, er ikke testet i dette forsøket, men bør antagelig skje på sensommeren når stofftransporten i planten går nedover mot rotsystemet. Nedkapping og oppfølging av bestandet gjennomføres påfølgende sesong.
- Dersom kun mekanisk bekjempelse skal gjennomføres, viser resultatene så langt at det er nødvendig å rydde krattene mer enn en gang i løpet av vekstsesongen for å unngå at rynkerosekrattene øker i omfang og utbredelse.

Referanser

- Gederaas, L., I. Salvesen & Å. Viken (red.). 2007. Norsk svar-
teliste 2007 - Økologiske risikovurderinger av fremmede
arter. Artsdatabanken, Norge.
- Miljøverndepartementet 2007. Tverrsektoriell nasjonal stra-
tegi og tiltak mot fremmede arter. Strategi. - Miljøvern-
departementet.
- Wiedima, I. 2006. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact
Sheet - *Rosa rugosa*. [http://www.nobanis.org/files/
factsheets/Rosa_rugosa.pdf](http://www.nobanis.org/files/factsheets/Rosa_rugosa.pdf)

Hundekjeks og andre problemarter i veikanten

Næringsrike veikanter langs dyrka mark inneholder ofte store og hurtigvoksende planter som hundekjeks, kveke og brennesle. Slike kanter bidrar effektivt med frø av uønska arter til dyrkamark og bidrar til å hemme sikten langs veien. For å hemme utviklingen av slike veikanter er det nødvendig med langsiktige slåttetiltak.

Bolette Bele¹ og Siv Nilsen²

¹Bioforsk Midt-Norge, ²Norsk Landbruksrådgiving
bolette.bele@bioforsk.no

Bakgrunn

Veikanter langs dyrka mark er ofte svært næringsrike. En del gjødsel vil alltid havne i kanten, enten på grunn av unøyaktig spredning eller ved tilsig og avrenning fra det dyrka arealet. Slike kanter vil ofte inneholde store og hurtigvoksende planter, som allerede i juni kan nå opptil 1 meters høyde. Hundekjeks, brennesle, åkertistel, høymole, kveke og løvetann er eksempler på slike uønska arter. Blir kantvegetasjonen stående uslått eller slått seint, setter problemartene frø som spres inn i dyrka arealer. Den høye kantvegetasjonen vil også utgjøre en risiko for trafikanter fordi den bidrar til å hemme sikten langs veiene.

Statens veivesen har retningslinjer for hvor ofte og i hvilket tidsrom kantslåtten av riks- og fylkesveiene skal foregå, men har behov for ytterligere presisering av slåttemetode og slåttetidspunkt. Forsøk med slåttetiltak som kan redusere innslaget av hundekjeks og andre problematiske planter i næringsrike kanter ble derfor starta opp i Bjugn på Fosen i Sør-Trøndelag i 2004. Forsøket har nå pågått over en fireårs periode, og vil avsluttes etter fem sesonger.

Material og metode

Forsøket ble anlagt i en veikant langs Fylkesvei 87 i Bjugn kommune i Sør-Trøndelag. Veikanten ligger vendt mot nordvest og grenser inntil eng (pr i dag er det eng, tidligere har det vært raigras og korn). Det ble valgt en så homogen kant som mulig både med tanke på vegetasjon, jordsmonn og helling. Veikanten er vel 2 meter bred og 75 meter lang. Forsøket ble lagt opp som blokkforsøk med følgende behandlinger: to tidlige slåtter (1 juni og 1 august), to seint slåtter (20 juni og 20 august), fjerning/ikke fjerning av plantematerialet etter slått, samt kontroll. Blokkstør-

relsen er på 2 m x 25 m og rutestørrelsen er på 2 m x 5 m.

Vegetasjonen i veikanten ble registrert i faste prøveflater ved oppstarten av forsøket, og effekten av ulike behandlinger ble registrert etter hver sesong. For å undersøke om det var forskjeller mellom de ulike slåttebehandlingene og forskjeller mellom årene i forsøksperioden, ble dataene behandlet med variansanalyse. Siden registreringene er gjort i de samme rutene hvert år, ble det brukt en variansanalyse for repeterte målinger ("repeated measures"). Når variansanalysen viste signifikante forskjeller mellom behandlinger eller år, ble "Ryan-Einot-Gabriel-Welsch Multiple Range Test" ("REGWQ-test") brukt for å undersøke hvilke nivåer som var signifikant forskjellige ($p < 0,05$). De statistiske analysene ble gjennomført i SAS[®] system for Windows[™] versjon V8.

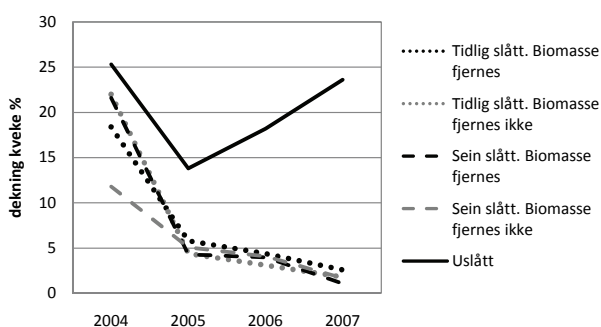
Resultater og diskusjon

Etter fire sesonger kan vi kun påvise signifikant lavere dekning hos kveke som følge av slåttebehandlingene ($p < 0,05$). Kveke har gått tilbake ved alle slåttebehandlingene (to tidlige/to seint slåtter), uavhengig av om plantematerialet ble fjernet eller ikke (figur 1). For de øvrige artene i veikanten kan vi ikke finne sikre effekter som følge av slåttetiltakene. Vi finner imidlertid årsforskjeller i artsdekningen, trolig som følge av variasjonene i temperatur og nedbør. Vi kan likevel se noen trender i dekningen av hundekjeks og brennesle i løpet av forsøksperioden.

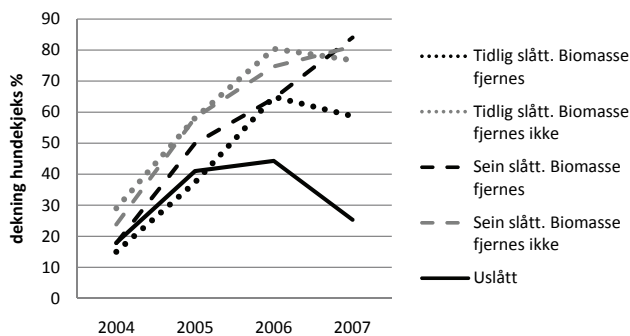
Dekningen av hundekjeks øker for alle slåttebehandlingene de første årene av forsøksperioden (figur 2). For det siste registreringsåret ser vi likevel at

dekningen av hundekjeks reduseres for de tidlige slåttebehandlinger uavhengig av om plantematerialet fjernes eller ikke. Årsakene til at hundekjeks faktisk øker de første årene skyldes trolig at arten har svært effektive spredningsstrategier som kompenserer for slåttetiltakene. Når frøspredningen hemmes ved slått av blomsterstengelen reagerer den med økt skuddskyting, slik at dekningen likevel øker. Reduksjonen av hundekjeks i kontrollen kan skyldes tilstedeværelsen av et svært tykt strølag, som kan bidra til å redusere frøspiringen. Når det gjelder brennesle ser den ut til å minke i mengde de første par årene, før den øker litt igjen mot siste registrering. Dekningen av brennesle har økt i kontrollen, noe som trolig har sammenheng med oppgjødslingseffekten man får når plantematerialet ikke tas ut.

I alle slåtterutene ser vi en markant reduksjon i strødekningen uavhengig av om plantematerialet ble fjerna eller ikke. Dette har trolig sammenheng med at omsetningen av plantematerialet går raskere ved slått enn når det ikke slås, selv om plantematerialet ikke fjernes.



Figur 1. Mengden av kveke gitt som % dekning har blitt redusert ved alle slåttebehandlinger i løpet av forsøksperioden.



Figur 2. Dekningen (%) av hundekjeks økte for alle slåttebehandlinger de første årene, men minket for de tidlige slåttene ved siste registrering.

Konklusjoner

I slåtteforsøket i næringsrik veikant på Fosen i Sør-Trøndelag er det foreløpig bare registrert sikre effekter på mengden av kveke. Kveke reduseres i mengde både ved tidlig og sen slått, uavhengig av om plantematerialet fjernes eller ikke. Hundekjeks økte i mengde ved alle slåttebehandlinger de første årene, men gikk noe ned ved to tidlige slåtter ved siste registrering, uavhengig av om plantematerialet ble fjernet eller ikke. Brennesle ble redusert tidlig i forsøksperioden, men øker igjen mot slutten. I kontrollfeltet øker mengden av brennesle trolig som følge av oppgjødslingseffekten der plantematerialet ikke fjernes.

Resultatene etter fire sesonger tyder på at forsøksperioden ennå er for kort, og at vegetasjonen ikke har respondert på behandlingen. Parallelt med slåttetiltakene og fjerningen av plantematerialet er det viktig at gjødseltilførselen fra enga reduseres. For å holde problematiske arter i denne typen veikanter i sjakk er det nødvendig med gjentakende og langsiktige tiltak.

Referanser

- Bele, B., S. Nilsen, L. Rosef & H. Hovd. 2008. Slått av næringsrik veikant - effekter av ulike skjøtselstiltak på Fosen, Sør-Trøndelag. Bioforsk Rapport 3(166). 18 s.
- Rosef, L. & B. Bele. 2007. Hundekjeks - en problemart i kulturlandskapet. *Naturen* 2007(2):69-75.

Iberiaskogsnegl – biologi og bekjempelse

I løpet av 20 år har iberiaskogsnegl utviklet seg til å bli et alvorlig skadedyr i privathager, og enkelte steder også ved dyrking av jordbær og grønnsaker. Et forskningsprosjekt ved Bioforsk Plante-helse og UiB har sett på ulike sider ved artens biologi og bekjempelse.

Arild Andersen
Bioforsk Plantehelse og Universitetet for miljø- og biovitenskap
arild.andersen@bioforsk.no

Innledning

Iberiaskogsnegl (*Arion lusitanicus*) ble registrert i Norge første gang i 1988 (Proschwitz & Winge 1994), og har i løpet av tjue år utviklet seg til å bli et alvorlig skadedyr (Hofsvang *et al.* 2008). Artens opprinnelsessted er den iberiske halvøy og Sør-Frankrike, men den er nå vanlig i mange land i Europa. Overalt der den opptrer er den mest vanlig nær folk, og her i landet har den blitt et stort problem i småhager, planteskoler og noen typer grøntanlegg. Den er også i ferd med å bli et skadedyr i dyrking av jordbær og grønnsaker, og dette er en situasjon vi regner med vil øke i årene som kommer.

Taksonomi

Iberiaskogsnegl blir opptil 15 cm lang, og er vanligvis ensfarget brun. Enkeltindivider er fra lyst oransje til mørkt sjokoladebrune. Iberiaskogsnegl tilhører skogsneglene (slekten *Arion*). Svart skogsnegl (*Arion ater*), som er en vanlig art over store deler av landet, og rød skogsnegl (*Arion rufus*), som er funnet i Norge bare et par ganger, er begge nære slektninger av iberiaskogsnegl. De tre artene kan krysse seg med hverandre og produsere fertilt avkom, noe vi også har registrert her i landet. Avkom etter krysning mellom iberiaskogsnegl og svart skogsnegl er nesten svarte, og vanskelige å skille fra svart skogsnegl uten å undersøke kjønnsorganene.

Skade

Iberiaskogsnegl utfører to typer skade. For det første påfører de planter en direkte skade ved å spise blader. I småhager vil den for eksempel spise opp blader og blomster på mange arter av sommerblomster, og i en jordbæråker vil den spise på bærene. For det andre kan det lokalt bli store mengder snegler, og mange opplever det ubehagelig å ha så store mengder av de store og slimete sneglene i sitt nærmiljø.

Iberiaskogsnegl er polyfag, men erfaring viser at noen planteslag angripes mindre enn andre. Det kan en dra nytte av for å redusere problemet. Mange sommerblomster er attraktive for sneglene, men arter som for eksempel flittiglise og fuchsia blir lite angrepet. Også roser og rododendron holder sneglene seg i stor grad unna.

Livssyklus

Normalt har arten en ettårig livssyklus her i landet. Parring foregår først og fremst i juli og august, og egglegging skjer i august og september. Arten er en hermafrodit, så under parringen befrukter de hverandre, og etterpå legger begge individer egg. De ca. 4 mm store og hvitaktige eggene legges i klaser, og klekker i september – november. Etter egglegging dør de voksne sneglene. De nyklekte små sneglene gjemmer seg bort om vinteren, og neste vår blir de aktive når temperaturen kommer over 4-5 varmegrader. De spiser seg store i løpet av sommeren, og forplanter seg igjen om ettersommeren og høsten. Enkelte relativt store snegler observert tidlig på våren tyder på at en liten prosentdel av populasjonen ikke rekker å utvikle seg til voksen i løpet av ett år, men har en toårig livssyklus. Dette må undersøkes nærmere.

Utbredelse

Iberiaskogsnegl er utbredt langs hele kysten fra svenskegrensa til Troms, men har i mindre grad spredt seg til innlandet. Dette har sannsynligvis klimatiske årsaker, da arten foretrekker mye nedbør og milde vintre. I innlandet finnes den mange steder i Telemark og Akershus. I indre Vestfold og Østfold forekommer den også enkelte steder, men i Hedmark og Oppland er den bare så vidt registrert. Den forekommer først og fremst nær tettbebyggelse, i liten grad i naturlige habitater. Dersom man laget et prikk-kart over utbredelsen, ville det stemme helt overens med bosettingen. Det er imidlertid viktig å være klar over

at det fortsatt er mange steder der den ikke finnes i dag. Dette skyldes at arten ikke har hatt så lang tid på seg. Etter hvert vil arten fylle ut hele det potensielle utbredelsesområdet her i landet.

Spredning

Iberiaskogsnegl sprer seg i liten grad ved egenbevegelse. Det gjelder kun lokalt innen et boligfelt og langs gangveier. Det aller meste av spredningen foregår passivt med planter og jord. Arten kom sannsynligvis hit til landet med planter fra utlandet, men i dag antar vi at import har liten betydning for den videre spredningen. Det er et beklagelig faktum at plantesentra også lett blir spredningsentra for iberiaskogsnegl. Ofte blir det første funnet på et nytt sted gjort i nærheten av et plantesenter. Dette er en stor utfordring for plantesentrene, og det er viktig at de tar situasjonen alvorlig. Sneglene spres også med paller, samt med ulike fyllmasser i forbindelse med byggeprosjekter.

Naturlige fiender

Få dyr spiser utvikste iberiaskogsnegl, sannsynligvis på grunn av deres kraftige slimutskillelse. Dyr som spiser små iberiaskogsnegl er blant annet løpebiller, skolopendere, frosk og padder, pinnsvin, grevling og fugler. Noen nematodearter parasitterer på iberiaskogsnegl, se om dette i avsnittet om sneglemidler.

Forebyggende bekjemping

Et forskningsprosjekt ved Bioforsk PlanteHelse i 2005 - 2008 viste at det var av stor betydning for sneglene hvordan en hage er anlagt. Lyse, luftige og åpne hager som tørker forholdsvis raskt opp etter regn hadde i gjennomsnitt 25 % færre snegler enn mer tett beplantete hager. Dersom en også fjerner viktige overvintringssteder som åpen kompost og steinhauger, ble sneglepopulasjonen halvert. Den mest effektive sneglebekjempelsen (75 % reduksjon) fikk en allikevel ved å gjennomføre daglig plukking av snegler. Dette er imidlertid en arbeidskrevende og evigvarende metode.

Mange typer jorddekke er prøvd ut med tanke på å finne fram til materialer som sneglene ikke liker å bevege seg på. Flere slike dekkmaterialer er funnet, men alle har bare en kortvarig virkning. Sannsynligvis opphører virkningen fordi de aktive stoffene i materialet lekker ut i forbindelse med nedbør. Slike materialer er blant annet kakaoflis, alginat, hønsegjødsel, aske, kalk, bark og tang.

Ulike barrierer er også prøvd ut mot sneglene. Det er flere typer i handelen her i landet i dag. De fleste baserer seg på en form for vegg med mothaker som sneglene må forsere. Dessuten benytter flere seg også av salt i forbindelse med barrieren. Noen av dekkmaterialene, som for eksempel kalk, kan også brukes for å lage en barriere som sneglene har problemer med å forsere.

Det er utformet flere felletyper som kan kjøpes. De fleste baserer seg på å lokke til seg snegler ved hjelp av et åte, og drepe dem med salt når de prøver å bevege seg ut av fella igjen. Slike feller er effektive, men en kan også meget enkelt lage sin egen felle ved å legge litt oppbløtt hundemat under en keramisk flis.

Sneglemidler

Det er mange sneglemidler som kan kjøpes til bruk i småhager i dag, men de fleste har det samme aktive stoffet, nemlig jernfosfat. Det gjelder midlene Ferramol, Tanaco sneglegift, SmartBayt og Killer snegledreper'n. Flere av midlene foreligger også som yrkespreparater til en rimeligere pris, men det aktive stoffet er det samme. Samtlige midler er utviklet som åter som lokker til seg sneglene, men etter at de har spist det, dør de. Dessuten selges det biologiske midlet Nemaslug, som også er tillatt brukt ved økologisk dyrking. Det inneholder en mikroskopisk, levende nematode (rundorm) som går inn i sneglene og dreper dem ved hjelp av en bakterie. Nematoden er bare effektiv på små iberiaskogsnegl, og det fører til at en bør bruke Nemaslug bare om høsten og tidlig om våren, på den tiden iberiaskogsneglene er små.

Handlingsplan for iberiaskogsnegl

I 2008 gjennomførte Landbruks- og matdepartementet en handlingsplan for iberiaskogsnegl. Bioforsk PlanteHelse hadde her en sentral posisjon, men også Norsk Hageselskap, Mattilsynet og Norsk Gartnerforbund var med på utformingen og gjennomføringen av handlingsplanen. Hovedaktiviteter var kursing av personer i kommuner og hagelag, oppretting av en egen nettportal om snegler (www.snegler.info), og en nasjonal konkurranse om den beste bekjempingsideen.

Referanser

- Hofsvang, T., S. Haukeland & A. Andersen. 2008. Snegler som skadedyr på planter. Bioforsk TEMA 3(24), 12 s.
 Proschwitz, T. von & K. Winge. 1994. Iberiaskogsnegl - en art på spredning i Norge. Fauna 17(195):203.

Plantevernmiddelresistens hos skadedyr

Resistens eller nedsatt følsomhet mot kjemiske skadedyrmidler er funnet hos flere skadedyrarter i bl.a. oljevekster, jordbær, potet og prydplanter i veksthus. Dette fører til bekjempelsesproblemer, økt sprøyting og risiko for resistens mot nye midler.

Nina Svae Johansen, Ingeborg Klingen, Nina Trandem, Arild Andersen, Øystein Kjos, Richard Meadow og Einar Nordhus
Bioforsk Plantehelse
nina.johansen@bioforsk.no

Resistens hos skadedyr i Norge

Resistensutvikling i en populasjon av skadedyr oppstår når kjemiske midler med samme virkningsmekanisme blir brukt ensidig over en viss tid, og gjenspeiler i stor grad den historiske bruken av kjemiske midler. De første syntetiske skadedyrmidlene kom på markedet her i landet i 1940-årene. De klorerte hydrokarbonene og de organiske fosformidlene var nesten enerådende fram til slutten av 1970-tallet. Da kom karbamatene på markedet, og noen år senere kom pyretroidene. I 1964 ble resistens mot det klorerte hydrokarbonet aldrin påvist hos kålflue. Resistens mot karbamater og organiske fosformidler ble funnet i 70-årene, og pyretroidresistens ble første gang påvist i 1997.

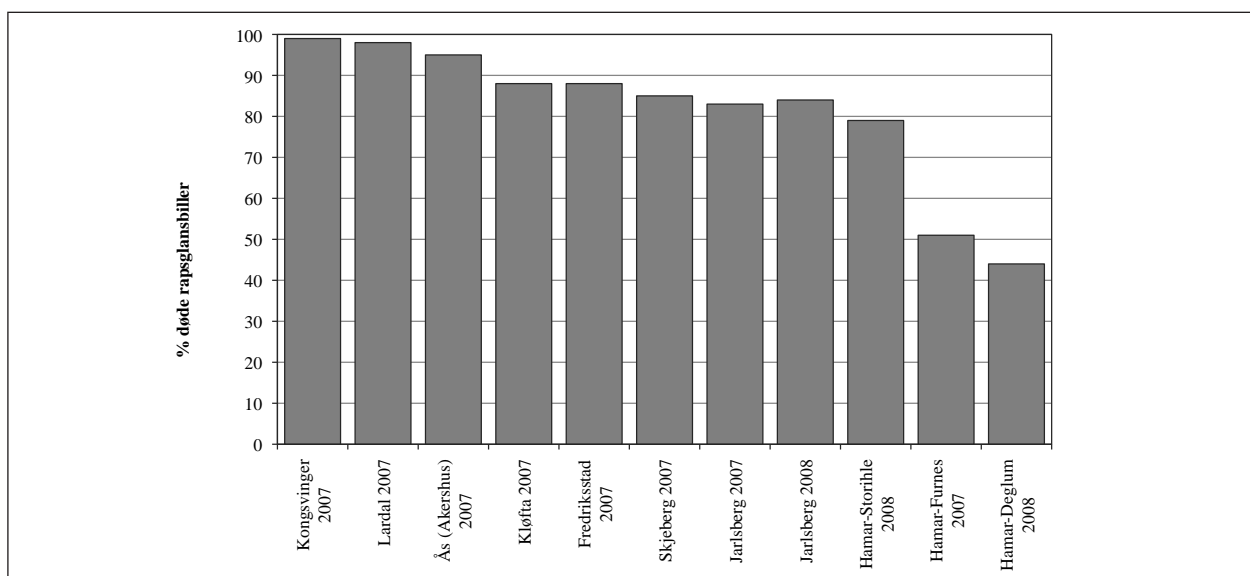
De siste årene er det utviklet flere nye middelgrupper, og i dag er det 17 kjemiske skadedyrmidler med til sammen 10 ulike virkningsmekanismer på markedet. Men mange av midlene har et snevert virke- og/eller bruksområde. Den faktiske tilgang på midler

med forskjellige virkningsmekanismer kan derfor være svært begrenset i mange kulturer, og er noen ganger langt under det som er forsvarlig for å unngå resistensutvikling. Samtidig mangler gode alternative bekjempelsesmetoder mot mange skadedyr, særlig i frilandskulturer. Dette har ført til at problemene med resistens har økt de siste årene. I dag har 12 skadedyrarter utviklet resistens eller økt toleranse mot et eller flere midler.

Resistensproblemer i oljevekster, jordbær, potet og gulrot

Pyretroider har vært brukt ensidig mot rapsglansbille, jordbærnutebille, potetsikade og gulrotsuger i flere år, og i de siste årene har dyrkerne rapportert om sviktende virkning av disse midlene. Vi har derfor undersøkt om det har oppstått pyretroidresistens hos disse skadedyrene.

Rapsglansbiller ble samlet inn fra vårryps og vårraps i



Figur 1. Mortalitet hos rapsglansbiller fra ulike distrikter ved eksponering til anbefalt dose av pyretroidet lambda-cyhalotrin. (Biologisk test: IRAC Method no. 11).

2007 og 2008, og følsomheten for lambda-cyhalotrin ble undersøkt i biologiske tester. Billenes følsomhet varierte i de ulike distriktene (figur 1). Biller fra Hamar-området var resistente, biller fra Kløfta, Skjeberg, Ås, Jarlsberg og Fredrikstad hadde lav resistens, mens biller fra Kongsvinger og Lardal ikke var resistente. Det ble gjort sprøyteforsøk i vårrybs og vårraps i Hamar-området og i Jarlsberg i 2008, og disse bekreftet resultatene fra de biologiske testene.

Jordbærnsutebille. Det ble påvist en mutasjon som gir resistens mot pyretroider (knock down resistance-*kdr*) hos 2 av 8 jordbærnsutebillebestander som ble genetisk testet i 2004. De resistente billene kom fra områder hvor dyrkerne hadde rapportert om dårlig virkning av pyretroider (Ringsaker i Hedmark og Frosta i Nord-Trøndelag). Det ble imidlertid ikke funnet noen klar pyretroidresistens i billebestander som ble samlet inn fra "problemfelter" i disse to fylkene i 2008, men enkeltindivider hadde noe forhøyet toleranse. I et feltforsøk i Ringsaker i 2008 ga esfenvalerat liten og usikker effekt mot jordbærnsutebille. Siden resultatene er såpass varierende, er det vanskelig å trekke noen klar konklusjon om graden av resistens.

Potetsikader ble samlet inn fra potetåkre i 7 distrikter i 2004. *kdr*-mutasjonen ble funnet hos sikader fra Larvik i Vestfold og Råde i Østfold. Dette kan tyde på at potetsikadene er resistente mot pyretroider, men dette bør etterprøves med feltforsøk.

Gulrotsugere ble samlet inn fra 15 ulike distrikt i 2004. *kdr*-mutasjonen ble ikke funnet. Det er imidlertid kommet mange rapporter fra dyrkere om dårlig virkning av pyretroidene i felt. Dette kan ha sprøyte-tekniske eller andre årsaker enn resistensutvikling, men det kan også bety at gulrotsugeren har utviklet andre resistensmekanismer enn *kdr* mot pyretroider.

Resistensproblemer i veksthuskulturer

I veksthus er resistens mot et eller flere midler utbredt hos ferskenbladlus, agurkbladlus, bomullsmellus, veksthuspinmidd og veksthusmellus, og vi har mistanke om multippel resistens hos amerikansk blomstertrips. Resistens eller nedsatt følsomhet mot til sammen 8 av de 10 ulike virkningsmekanismene som er på markedet er påvist. I tillegg kan resistente skadedyr som følger med importert plantemateriale være resistente mot midler vi ikke har på markedet enda.

Konsekvenser og løsninger

Pyretroider er eneste godkjente middelgruppe mot gulrotsuger og gulrotflue. Hittil er det ikke mistanke om resistens hos gulrotflue, men risikoen er stor pga. manglende alternativer. Pyretroidresistens vil føre til at disse to skadedyrene ikke kan bekjempes kjemisk dersom det ikke kommer nye midler på markedet. Enkelte gulrottyrkere har gitt opp produksjonen fordi de ikke kan bekjempe gulrotsugeren. Resistens mot pyretroider hos rapsglansbille, jordbærnsutebille og potetsikade vil føre til ensidig bruk av tiaklopid, som er det eneste alternative kjemiske midlet med annen virkningsmekanisme. Dette øker faren for resistens mot dette midlet. Det finnes ikke effektive ikke-kjemiske bekjempelsesmetoder for noen av disse skadedyrene.

I veksthus skaper resistens problemer i kulturer og situasjoner der det er vanskelig å få til biologisk bekjempelse. Når de gamle kjemiske midlene mister virkningen blir de nye midlene ensidig brukt etter hvert som de kommer på markedet. Ferskenbladlus kan f.eks. være resistent mot pyretroider, organiske fosformidler og karbamater samtidig. Dette har ført til økt bruk av imidaklopid, og det er påvist nedsatt følsomhet for dette midlet. Dårlig virkning av "gamle" midler har ført til hyppig og ensidig bruk av spinosad mot amerikansk blomstertrips og pyriproksifen og imidaklopid mot bomullsmellus, og de første rapportene om dårlig virkning av disse midlene har kommet. Ulike populasjoner av samme art kan ha ulik resistensprofil etter hvilke midler de har vært eksponert for. Det kan dermed være vanskelig å vite hvilke midler som virker i en gitt situasjon, og dyrkerne må ofte prøve seg fram for å finne et effektivt middel. Dette fører til et høyere forbruk av kjemiske midler enn nødvendig, noe som skaper problemer for biologisk bekjempelse der dette ellers kunne vært brukt.

Siden tilgangen på gode ikke-kjemiske bekjempelsesmetoder er så begrenset, er det viktig at effektiviteten av de kjemiske midlene vi har på markedet bevares slik at dyrkerne sikres en økonomisk bærekraftig produksjon. For å legge opp en strategi for å redusere risikoen for resistens må resistenssitasjonen kartlegges bedre, og effektiviteten av de viktigste og mest risikoutsatte midlene må overvåkes fra det tidspunkt de kommer på markedet. Videre er det viktig at det gis praktiske råd om hvordan resistensutvikling kan unngås, at det sprøytes kun ved skadeterskel, og at det jobbes aktivt for å komme fram til alternative bekjempelsesmetoder.

Plantevernmiddelresistens hos ugras

Det er påvist mange nye tilfeller av auka toleranse og også klar resistens mot sulfonyleureaherbicid hos fleire ugrasarter her til lands. For å kunne bygge opp gode resistensførebyggande strategiar, trengs meir kunnskap om mekanismen som ligg bak resistensutviklinga hos dei viktigaste ugrasartene.

Jan Netland og Kjell Wærnhus
Bioforsk Plantehele
jan.netland@bioforsk.no

Dei utsette ugrasmiddelgruppene.

Internasjonalt er det resistens mot to grupper av herbicid som har auka mest sidan midt på 1990-talet (Heap 2008). Herbicida i begge desse gruppene verkar ved å hemme produksjon av livsviktige enzym: 1) acetolactate synthase (ALS) som er nødvendig for syntesen av essensielle aminosyrer og 2) acetyl-CoA carboxylase (ACC) som er nødvendig for fettsyresyntesen.

ALS-hemmarar (sulfonyleurea og triazolopyrimidin) Her til lands er resistens mot ALS-hemmarar kjent i tofrøblada ugrasarter for det meste oppdaga i korn, men også i gras. Dei fleste tilfella er oppdaga etter bruk av Express, men for fleire arter er det påvist kryssresistens med andre middel i sulfonyleurea gruppa, da særleg Hussar (tabell 1 og Wærnhus & Netland 2007). Sidan 2002 er det påvist resistente og tolerante populasjonar av vassarve, linbendel, stiv-

dylle, då og balderbrå. I 2008 fekk vi også innlevert frø frå hønsegras med mistanke om resistens. Vi vil teste desse med det første.

Target-site resistens. Resistens mot ALS-hemmarar hos tofrøblada arter er rekna for å vera årsaka av ein mutasjon som hindrar at herbicidet får verka. Eit kjenneteikn for denne resistensmekanismen er at test med herbicidet viser enten full effekt (sensitive populasjonar) eller ingen effekt (resistente populasjonar) avhengig av dose utover anbefalt dose. Når vi studerer resultatene i tabellen frå Wærnhus & Netland (2007) og tabell 1 over, ser vi fleire døme på at det kann er delvis resistens og også at det blir auka verknad når dosen blir auka utover normaldose (dose-respons). Vi ser dette for fleire av vassarvepopulasjonane og for stivdyllepopulasjonane. Også frø frå ein balderbråpopulasjon samla i 2008 og testa i regi av DuPont er det påvist delvis resistens og dose-respons.

Tabell 1. Effekt, basert på råvekt, av Express, Hussar og Ariane S på ugraspopulasjonar med antatt sulfonyleurea resistens samla i 2007 og med populasjonar av dei same artene med vanleg sensitivitet. N=normal dose. Verdiane er relative tall, basert på råvekt. Usprøyta = 100. Testmetodikken går fram i Wærnhus & Netland (2007).

Ugrasart	Express + DP g/daa			Hussar + DP g/daa		Ariane S ml/daa		LSD (0,05) Alle ledd
	1,4	2,8	5,6	10-15	30	192	385	
Populasjoner	N	2N	4N	N	2N			
Vassarve								
Ås (Kontroll (05))	1	1	1	1	1	3	2	1,7
Vestby	27	6	5	49	21	11	4	5,9
Frogn	81	61	49	89	87	16	7	12,6
Øvre Østfold	87	69	65	82	80	.	8	8,9
Stange	61	17	8	15	6	6	6	5,9
Buskerud	74	32	9	19	9	5	.	
Balderbrå								
Ås (Kontroll)	17	7	6	6	6	18	7	6,5
Romerike	65	62	.	4	2	4	.	17,1
Eidsberg	78	64	.	2	2	4	.	19,9

Kryssresistens. Alle kjente mutasjonar for sulfonylurearesistens har resultert i kryssresistens for alle herbicid i denne kjemiske gruppa (Dupont pers. kom). Fleire av populasjonane vi har testa dokumenterer ikkje kryssresistens mellom Express og Hussar. Primus (florasulam) høyrer til kjemisk gruppe triazolopyrimidin også er ein ALS-hemmar. Det er ikkje påvist kryssresistens med sulfonylureaherbicida her til lands, og det er heller ikkje mange dokumenterte tilfelle utanlands. Men sidan Primus er ein ALS-hemmar, er det vanskeleg med den kunnskapen vi har i dag å satsa på dette midlet som resistensbrytar for SU-herbicida.

ACCCase-hemmarar (fops, props og dims)

Herbicid godkjent her i landet i desse gruppene er Agil 100 EC, Focus Ultra, Select og Puma Extra. Desse er knytta til grasarter og vi har ikkje kjente tilfeller av resistens mot desse herbicida. Dette skuldast ikkje minst at vi ikkje har dei mest utsette ugrasartene her til lands per i dag. Unntaket er floghavre. Det er utbreidd resistens hos floghavre i Storbritannia og også andre land i Europa. På møtet i den nyoppretta NORBARAG (Nordisk-baltisk pesticidresistensgruppe)

blei det ikkje rapportert kjente tilfelle av floghavre-resistens i nokon av landa. Finland opplyste likevel at det var aukande mengder av klager om dårleg verknad mot dei vanlege floghavremidla som for det meste høyrer til denne gruppa. Det var semje om at det bør gjennomførast ein nordisk-baltisk gransking av auka herbicidtoleranse hos floghavre. Dette er metabolsk resistens som kjem gradvis og er dermed vanskelegare å påvise en target-sited resistens.

Det bør gjerast ei betre avklaring av det genetiske grunnlaget for resistens vi har påvist her til lands i dei viktigaste artene. Dette er svært viktig kunnskap for å laga gode strategiar for å førebygge resistens.

Referansar

- Heap, I. 2009. The International survey of herbicide resistant weeds. Online.
<http://www.weedresearch.com/in.asp?l=bcfjri74838>
- Wærnhus, K. & J. Netland. 2007. Økende omfang av resistens mot sulfonylurea ugrasmidler. Bioforsk FOKUS 2(1):58-59.

Plantevernmiddeiresistens hos plantepatogene sopper

Fungicidresistens har fått økt aktualitet på grunn av tilgang på relativt få fungicider i flere kulturer. I tillegg har flere av de nyere fungicidene et iboende potensial for at skadegjørerne lett kan utvikle resistens overfor disse. Kartlegging av problemene og riktige bekjempelsesstrategier er nødvendig.

Arne Hermansen, Ragnhild Nærstad, Oleif Elen, Guro Brodal, Arne Stensvand og Brita Toppe
Bioforsk Plantehele
arne.hermansen@bioforsk.no

Utvikling av fungicidresistens er et av de største problemene i bekjempelse av plantesjukdommer på verdensbasis. Problemet skaper uventede tap hos dyrkerne, og setter disse ofte i en vanskelig situasjon hvis det ikke finnes alternative fungicider eller andre bekjempelsesmetoder.

Fungicidresistens kan defineres som stabil, arvelig forandring hos en sopp overfor et fungicid som resulterer i mindre enn normal sensitivitet mot dette fungicidet. Begrepet brukes for isolater/stammer av sensitive sopparter som har blitt klart mindre sensitive overfor et fungicid, oftest på grunn av mutasjoner (Dekker 1987).

Faktorer som er viktige for hastigheten til oppbygging av resistente patogenpopulasjoner er i hovedsak den genetiske bakgrunnen for resistens, "fitness" (evne til å overleve og formere seg) hos den resistente soppstammen ved tilstedeværelse av fungicid eller ikke, type patogen og sjukdom, og seleksjonspresset ved bruk av fungicidet. Flere av de nyere fungicidene eks. strobiluriner er såkalte "single-site inhibitors" og hvor grunnlaget for resistensen styres av ett eller få gener. Slike fungicider er i høyrisikogruppen for utvikling av resistens. Når fungicidene virker inn på flere livsprosesser hos soppen, og resistensen styres av mange gener, er risikoen oftest lav for utvikling av resistens. Eksempel på et slikt fungicid er mankozeb, der man ikke kjenner til at det har utviklet seg resistente soppstammer. Selv om man ikke får forventet effekt av et fungicid kan det også ofte skyldes at det er sprøytet på feil tidspunkt, og det har ikke noe med fungicidresistens å gjøre. Eksempel på dette er bruk av et forebyggende preparat etter at infeksjonen har skjedd.

Bioforsk er med i en Nordisk-Baltisk arbeidsgruppe (NORBARAG) som skal koordinere arbeidet med fungicidresistens i denne regionen. Det er viktig å få til en samordning, ikke minst på grunn av at spredning av plantesjukdommer, inkludert fungicidresistensproblemet, ikke følger landegrensene. I Norge har vi så langt hatt få undersøkelser for å avdekke problemer med fungicidresistens. I de siste årene har arbeidet i hovedsak vært knyttet til resistens mot metalaksyl i tørråtesoppen, karbaksin i naken sotsoppen og strobiluriner i hveteakspriksoppen (tabell 1). Vi ser behovet for å øke innsatsen på området fungicidresistens. Dette skyldes ikke minst at det innenfor flere kulturer bare finnes et eller noen få fungicider som er godkjent. I visse tilfeller er dette fungicider som det lett kan utvikles resistens overfor. Vi mener at fungicidresistens er et felt som både dyrkere, veiledere, plantevernmidelfirmaer, myndigheter og forskningen må jobbe sammen om for å forebygge og holde på et minimum. Innen forskningen er det blant annet behov for å ta i bruk ny og sikrere metodikk til raskt å kunne påvise fungicidresistens.

De tre viktigste tiltak for å forebygge fungicidresistens er:

- Sprøyting (beising) bare etter behov
- Ikke benytt samme fungicid (eller fungicider hvor det er kryss-resistens) for ofte
- Veksle på bruk av fungicider med ulike virkningsmekanismer

Nedenfor gis det en oversikt over hvilke fungicider det er påvist resistens mot i Norge (tabell 1), og eksempler på hvilke fungicider vi har mistanke om resistens mot (tabell 2).

Tabell 1. Fungicider det er påvist resistens mot i Norge.

Kjemisk gruppe	Virksomt stoff	Vit. navn på patogen	Vekst	Referanse	Påvist første gang
Benzimidazoler	Benomyl og tiofanatmetyl	<i>Botrytis cinerea</i>	Eple, jordbær	Magnus & Hjørneveg 1989	1975
Benzimidazoler	Benomyl	<i>Microdochium nivale</i>	Høstkorn	Magnus & Hjørneveg 1989	etter 1973
Carboxamider	Karboksin	<i>Ustilago nuda</i>	Bygg	Brodal 2006	2001
Fenylamider	Metalaksyl	<i>Phytophthora infestans</i>	Potet	Magnus & Hjørneveg 1989 + Hermansen et al. 2000	1988
Kvikksølv	Kvikksølv	<i>Drechslera avenae</i>	Havre	Magnus 1970	1965-68
Kvikksølv	Kvikksølv	<i>Drechslera graminea</i>	Bygg	Magnus 1981	1980
Strobiluriner	Azoksystrobin og trifloksystrobin	<i>Septoria tritici</i>	Hvete	Elen & Razzaghian 2006	2005

Tabell 2. Eksempler på fungicider det er mistanke om resistens mot i Norge.

Kjemisk gruppe	Virksomt stoff	Vit. navn på patogen	Vekst	Mistanke første gang
Sterolhemmere	Imazalil	<i>Drechslera teres</i>	Bygg	ca 1995
Sterolhemmere	Penkonazol, m.fl.	<i>Podospaera</i> sp.	Veksthusagurk	2002
Strobiluriner	Kresoksimmetyl, m.fl.	<i>Venturia inaequalis</i>	Eple	ca 2003-4
Strobiluriner	Kresoksimmetyl	<i>Podospaera</i> spp.	Rose og veksthusagurk	2002

Referanser

Brodal, G. 2006. Reduced effects of carboxin on the barley loose smut pathogen *Ustilago nuda*. *Seed Science & Technology* 34:77-84.

Dekker, J. 1987. Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. In: H. Lyr (ed). *Modern selective fungicides*. Gustav Fisher Verlag, New York, USA. pp. 23-38.

Elen, O. & J. Razzaghian 2006. Kartlegging av sjukdommer i hvete og strobilurinresistens. *Bioforsk FOKUS* 1(3): 46-47.

Hermansen, A., A. Hannukkala, R. Hafskjold Nærstad & M.B. Brurberg. 2000. Variation in populations of *Phytophthora infestans* in Finland and Norway: mating type, metalaxyl resistance and virulence phenotype. *Plant Pathology* 49:11-22.

Magnus, H.A. 1970. Mercury-tolerance in *Pyrenophora avenae* in Norway. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 49(24). 8 s.

Magnus, H.A. 1981. Variasjon i beiseeffekt mot stripesjuka i bygg. *Aktuelt fra SFFL* (1):97-102.

Magnus, H.A. & V. Hjørneveg. 1989. Den aktuelle situasjonen for fungicid-resistens. *Informasjonsmøte i plantevern*, *Aktuelt fra SFFL* (3):119-124.

Hvordan håndtere plantevernmidelresistens?

Skadedyr, ugras og sopper som er blitt resistente mot plantevernmidler er blitt et stadig økende problem i flere viktige jord- og hagebruksvekster de siste årene. Hvordan kan vi snu denne utviklingen?

Nina Svae Johansen, Jan Netland og Arne Hermansen
Bioforsk Plantehelse
nina.johansen@bioforsk.no

Ensidig bruk av kjemiske midler gir resistens

Utviklingen av resistens er en følge av ensidig bruk av kjemiske midler som har samme virkningsmekanisme og skyldes for en stor del at antall godkjente midler på det norske markedet er blitt redusert de siste årene. Samtidig er det liten tilgang på nye kjemiske midler med nye virkningsmekanismer. I korn, oljevekster, poteter, frukt og i de fleste grønnsak- og bærkulturer, er det i dag færre godkjente kjemiske midler mot mange viktige skadegjørere enn det som er forsvarlig for å kunne hindre resistensutvikling. Resistensutvikling har ført til at flere midler mer eller mindre har mistet virkningen mot enkelte skadegjørere, og dette i seg selv reduserer antall tilgjengelige virksomme midler ytterligere. Blant annet i veksthus har man i tillegg faren for at det følger resistente sopper og skadedyr med importert plantemateriale, og dette reduserer mulighetene for at nye midler skal kunne løse en resistenssituasjon. I 1998 fikk vi f.eks. inn 2 populasjoner av bomullsmellus med importerte julestjerner som begge var resistente mot alle de midlene som var godkjent mot mellus, og i tillegg

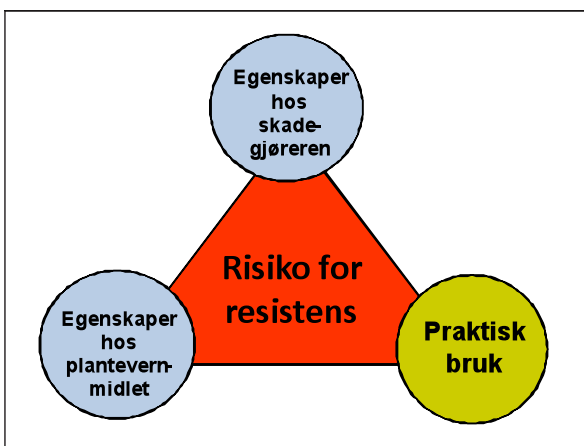
hadde de nedsatt følsomhet mot imidakloprid, som da ennå ikke var godkjent i Norge. Dette midlet var altså ubrukelig mot bomullsmellus allerede før det kom på markedet.

Resistens gir økt bruk av kjemiske midler

Resistensutvikling fører til økt bruk av kjemiske midler, særlig i frilandskulturer og i enkelte prydplantekulturer i veksthus, der tilgangen på ikke-kjemiske bekjempelsesmetoder er svært begrenset. Når midlene mister effekten som følge av resistens, fører dette ofte til at dyrkerne må behandle flere ganger enn normalt. For enkelte skadegjørere mangler vi oversikt over hvilke midler som har mistet virkningen pga. resistens, og da må dyrkerne prøve seg fram for å finne ut hvilke midler som er effektive. Dette gjør at det ofte utføres mange unødvendige kjemiske behandlinger. Myndighetene har bygget opp et system der avgiften på plantevernmidlene er bestemt på grunnlag av miljørisiko. Dette har ført til en ønsket reduksjon i helse- og miljørisiko ved bruk av plantevernmidler, men samtidig til en mer ensidig bruk av de billige, miljøvennlige alternativene. I tillegg er tilgangen på kjemiske midler med forskjellige virkningsmekanismer blitt så liten at det er viktig å gjøre tiltak for å hindre at de mest miljøvennlige midlene blir brukt så ensidig at de mister effektiviteten, og bøndene blir henvist til å bruke mer risikofylte midler.

Tiltak for å redusere faren for resistens-utvikling

Det viktigste tiltaket for å redusere faren for resistensutvikling er å bruke kjemiske midler minst mulig og så effektivt som mulig. Fire ting er viktig for å oppnå dette: 1) At det finnes virksomme og kostnadseffektive ikke-kjemiske bekjempelsesmetoder, 2) bruk av kjemiske midler kun ved behov vha. skadeterskler og varsling, 3) at det finnes effektive kjemiske midler som



Figur 1. Hvor raskt resistensutviklingen skjer, og hvor stabil resistensen blir, er avhengig av egenskaper hos plantevernmidlet og skadegjøreren, og av hvordan midlet brukes i praksis.

kan brukes i de tilfeller andre bekjempelsesmetoder ikke finnes eller er utilstrekkelige og 4) at det finnes tilstrekkelig antall kjemiske midler på markedet med ulik virkemåte slik at ensidig bruk unngås.

Innen flere viktige kulturer er kjemisk bekjempelse viktigste bekjempelsesmetode for ulike skadegjørere fordi det mangler alternativer, eller fordi angrepet av skadegjørerne ikke lar seg bekjempe effektivt nok med ikke-kjemiske tiltak. For å sikre dyrkerne en økonomisk levedyktig produksjon er det derfor viktig å ta vare på virkningen av de kjemiske midlene som er på markedet slik at viktige skadegjørere kan bekjempes effektivt.

En god resistensforebyggende strategi bør omfatte både forvaltning, forskning og veiledning. Viktige tiltak er:

- Utvikling av praktiske, kostnadseffektive, ikke-kjemiske bekjempelsesmetoder, varslingsystemer og skadeterskler for å redusere plantevernmiddebruken.
- Vurdering av resistensrisiko ved godkjenning av nye midler og utarbeiding av resistensforebyggende tiltak for de midlene der det er risiko for resistensutvikling.
- Ytterligere oppgradering av resistensbrytende egenskaper som kriterium ved godkjenning av plantevernmidler.
- Kartlegging av resistenssituasjonen hos viktige skadedyr, ugras og plantepatogene sopper der det er påvist eller er mistanke om resistens. Dette er viktig for å få et godt grunnlag for å jobbe videre med resistensproblematikken og gi råd om bruk av kjemiske midler til brukerne.
- Langsiktig overvåking av effektiviteten av plantevernmidler som har stor risiko for resistensutvikling og som er viktige for næringen. Dette vil avdekke eventuell resistensutvikling på et tidlig stadium, slik at det kan utarbeides forvaltningsmessige og praktiske tiltak for å bremse eller stoppe utviklingen.
- Utarbeide og formidle råd om bruk av plantevernmidler til veiledningstjeneste og dyrkere. Hvordan de kjemiske midlene brukes i praksis har stor betydning for risikoen for resistensutvikling. Derfor er det svært viktig med god og praktisk informasjon og råd om hvilke midler som er effektive, og om resistensforebyggende tiltak. Informasjonen må baseres på til enhver tid oppdatert kunnskap om resistenssituasjonen.

- Gi informasjon om forekomst av resistens og resistensforebyggende tiltak på plantevernmiddeletikettene, slik at brukerne kan velge det midlet som gir minst resistensrisiko. Det arbeides med standardformuleringer for skadedyr-, sopp- og ugrasmiddel.

Et eksempel er gitt nedenfor:

Forslag til standardformulering om resistens til bruk på etiketten til skadedyrmidlet Biscaya 240 OD:

Resistens

Biscaya 240 OD tilhører den kjemiske gruppen neonicotinoider. Resistens mot Biscaya 240 OD er ikke kjent i Norge hos skadedyr nevnt på denne etiketten.

Ensidig bruk av ett middel, eller en gruppe midler med samme virkningsmekanisme, kan føre til resistens eller nedsatt følsomhet for midlet/middelgruppen. Derfor skal midler fra ulike middelgrupper og/eller alternative bekjempelsesmetoder (dersom dette finnes) alltid inngå i bekjempelsesprogrammet.

For å forebygge resistensutvikling skal midler i gruppen neonicotinoider maksimalt brukes 2 ganger etter hverandre. Ved behov for ytterligere behandlinger mot skadedyr nevnt på denne etiketten, skal det brukes et middel fra minst en annen kjemisk gruppe før ny behandling med Biscaya 240 OD.

Det maksimale antall behandlinger med Biscaya 240 OD som er oppgitt under hver kultur i bruksrettledningen må ikke overskrides.

Gjensidig informasjonsutveksling og samarbeid mellom Bioforsk, Mattilsynet, veiledningstjenesten og plantevernmidelfirmaene er nødvendig for at utarbeiding og gjennomføring av resistensforebyggende strategier skal bli vellykket.

Bioforsk PlanteHelse er med i EPPO Resistance Panel for Plant Protection Products, og deltar i en Nordisk-Baltisk arbeidsgruppe (NORBARAG) som skal koordinere arbeidet med resistens mot plantevernmidler mot skadedyr, ugras og sopp i denne regionen.

Genetiske ressurser under endret klima – hvordan klarer plantene seg?

Klimaet er i endring. Prognosene tilsier at endringene skjer raskt og at de kan bli store. Klimaendringene vil kunne ha både positive og negative effekter på planteproduksjonen i Norge. Tilpasning av kulturplantene til det gjeldende klimaet er avgjørende for å kunne drive planteproduksjon, spesielt for flerårige vekster. Har vi sortsmateriale av viktige arter som er tilpasset det nye klimaet? Hvis ikke - har vi muligheter til å utvikle nye sorter raskt nok til å tilpasse oss klimaendringene?

Odd Arne Rognli¹ og Tore Skrøppa²

¹Universitetet for miljø- og biovitenskap, ²Norsk institutt for skog og landskap
odd-arne.rognli@umb.no

Framtidige klimascenarier

Rekonstruksjoner av klima gjennom de siste 1000 år viser at middeltemperaturen har steget i de siste tiårene på den nordlige halvkule og at denne økningen med stor sannsynlighet skyldes menneskelig aktivitet (Mann *et al.* 1999; Crowley 2000). Klimascenariene tilsier at CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren vil fortsette å øke fram mot år 2050 for deretter og stabiliseres, under forutsetning av at vi nå gjennomfører de planlagte tiltak for å redusere utslippene. Dette vil føre til en ytterligere økning av temperaturen.

Fram mot år 2100 viser simuleringer følgende om endringene av klimaet i Norge (Benestad 2005 - RegClim prosjektet): a) Endringer i temperatur: årlig middeltemperatur øker med 2,5-3,5 °C, mest i innlandet og i nord; vintrene blir mildere med økning i minimumstemperaturen på 2,5-4 °C, mest i Finnmark; antall mildværsdager om vinteren øker i lavlandet og i Arktis; maksimumstemperaturen om sommeren øker med 2-3 °C; b) Endringer i nedbør: årlig nedbørsmengde øker med 5-20 %, mest langs kysten og helt i nord; somrene blir tørrere på Østlandet og Sørlandet; fordelingen av nedbøren endrer seg og størst økning i nedbør kommer om høsten; ekstreme nedbørsmengder opptrer oftere. Når det gjelder vind vil endringene bli relativt små, men det vil bli flere døgn med sterkere vind enn 15 ms⁻¹.

Hva er de synlige effektene av klimaendringene?

Undersøkelser av endringer i vekstsesongens lengde i løpet av de siste 20-30 årene har vist at våren kommer ca 2 uker tidligere langs kysten i Norge og at

vekstsesongen i disse områdene har blitt opptil 4 uker lengre (Høgda *et al.* 2007). Studier av tidspunkt for bryting av knoppkvile hos en rekke treslag på ulike lokaliteter i Norge viser at dette i gjennomsnitt skjer 7 dager tidligere nå sammenliknet med tidligere tidsperioder, og denne endringen er tydeligst på Vestlandet (Nordli *et al.* 2008).

Endring i klima kan generelt ha både positiv og negativ effekt for planteproduksjon

Økt temperatur og lengre vekstsesong kan være positivt fordi det gir økt biomasseproduksjon og muligheter for flere høstinger i vekstsesongen og utvidet beitesesong av engvekster for eksempel. Disse effektene vil gi størst utslag for planteproduksjonen i de nordlige delene av landet. En lengre periode med blader på trærne og blomster på hageplantene vil også være positivt. I tillegg gir det muligheter for å tilpasse og dyrke nye arter eller utvide dyrkingsområdet for arter som i dag dyrkes kun i de klimatiske beste områdene hos oss. Et eksempel på dette er førmais som i løpet av de siste årene dyrkes i stadig større omfang lenger mot nord i Europa enn tidligere.

En rekke negative effekter av klimaendringene er også mulige, bl.a. økt utgang, mer skader og lavere produksjon ved bruk av plantematerialer som ikke er tilpasset de nye klimaforholdene. Lokalt tilpassede sorter eller plantepopulasjoner kan bli tvunget til flyttes seg mot nord eller mot fjellet. Vi vil også kunne se endrede skademønstre av insekter og sopp. Arter av insekter vil kunne spre seg lenger nordover og utvikle mer enn en generasjon i sommerhalvåret. Sopper vil få en lengre og varmere vekstsesong. Nye

skadelige arter fra sør kan etablere seg under mer nordlige betingelser. Generelt vil vi vente at de positive effektene klimaendringer vil kunne utnyttes til økt biomasseproduksjon hos ettårige arter. Hos flerårige arter er effektene langt mer usikre pga. deres tilpasning til de årlige endringene i daglengde og temperatur som er avgjørende for biomasseproduksjonen fordi de styrer overvintring og reproduksjon.

Hva er spesifikt ved klimaet i nordområdene og hvilke krav stiller det til plantene?

Det mest unike ved nordområdene er den lange dagen i vekstsesongen, med delvis kontinuerlig dag lengst mot nord, kombinert med relativ lav temperatur i vekstsesongen og en middels lav temperatur om vinteren. I perioden høst-vinter-vår er dagen kortere i nord enn lenger sør og det er lite lys og en spesiell lyskvalitet med mye mørkerødt og blått lys. Det er ingen andre områder på kloden med denne kombinasjonen av lys og temperatur hvor det foregår aktiv planteproduksjon. Derfor er det en stor utfordring å finne nye genetiske ressurser av flerårige vekster som kan tilpasses disse klimaforholdene selv uten klimaendringer. Det finnes områder med lave vintertemperaturer hvor det foregår planteproduksjon, men alle disse ligger på betydelig lavere breddegrader enn oss. Økning av temperaturen som følge av klimaendringer vil gi en helt ny situasjon som er en stor utfordring for flerårige vekster spesielt vår og høst; kombinasjonen kort dag/låg lysintensitet og høyere temperatur. Det blir behov for plantesorter med andre klimatilpasninger og arter med større produksjonspotensial. Samtidig vil de sannsynlige klimaendringene føre til driftsmessige utfordringer; lengre og mildere vekstsesonger med mer nedbør om høsten gir flere høstinger, økt trafikk på engene, innhøstingsproblemer, og kjøreskader på jord og plantematerialer.

Hva skjer med overvintringsevnen hos flerårige arter?

Lengre og mildere høster fører til at plantene vokser ved høyere temperatur under kort dag med låg lysintensitet utover høsten. Dette gir dårligere forhold for herding. Sorter tilpasset nordlig klima stopper veksten når dagen blir kort og de får høyere respirasjon og redusert opplagsnæring når temperaturen blir høyere om høsten. Sørlige sorter vokser lenger utover høsten og får lite tid til herding. De mildere og mer ustabile vintrene gir "kystklima" over alt, og overvintringen blir mer uforutsigbar; enten mindre

vinterstress og bedre overvintring, eller mer stress og større fare for isdekke og dårligere overvintring.

Har vi genetiske ressurser til å møte utfordringene?

Trenger vi nye plantesorter? Kan dagens sorter brukes? Tåler de klimavariasjoner godt nok? Kan vi klare oss med sørlige sorter og flytte dem nordover? Går det an å kombinere rask vekst og lengre veksttid med god overvintringsevne hos flerårige planter? Har vi nok kunnskap om klimatilpasning hos våre planter eller for å identifisere aktuelle genressurser?

På grunn av kravene det særegne klimaet vi har i Norge stiller til plantematerialene er som nevnt tilgjengelige genressurser vi kan benytte for å utvikle nye sorter tilpasset framtidig klima svært begrensede. Det er også sannsynlig at den genetiske variasjonen i de eksisterende sortene og lokale populasjonene er begrenset. Vi mener Norge trenger et storstilt klimatilpassingsprosjekt med innkryssing av eksotisk plantemateriale og langvaring prøving og seleksjon over flere år og steder for å møte de utfordringene som klimaendringene medfører. Bevaring og karakterisering av plantegenetiske ressurser slik at de kan utnyttes i planteforedling er i denne sammenheng en svært sentral oppgave.

Referanser

- Benestad, R.E. 2005. Climate change scenarios for northern Europe from multi-model IPCC AR4 climate simulations. *Geophys. Res. Lett.* 32: L17704, doi:10.1029/2005GL023401
- Crowley, T.J. 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science* 289(5477):270-277.
- Høgda, K.A., S.R. Karlsen & H. Tømmervik. 2007. Changes in growing season in Fennoscandia 1982-1999. In: Ørbæk, J.B. *et al.* (eds.). *Arctic Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment*. Springer Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-48512-4
- Mann, M.E., R.S. Bradley & M.K. Hughes. 1999. Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations. *Geophys. Res. Lett.* 26(6):759-762.
- Nordli, Ø., F.E. Wielgolaski, A.K. Bakken, S.H. Hjeltnes, F. Måge, A. Sivle & O. Skre. 2008. Regional trends for bud burst and flowering of woody plants in Norway as related to climate change. *Int J Biometeorol* 52:625-639.

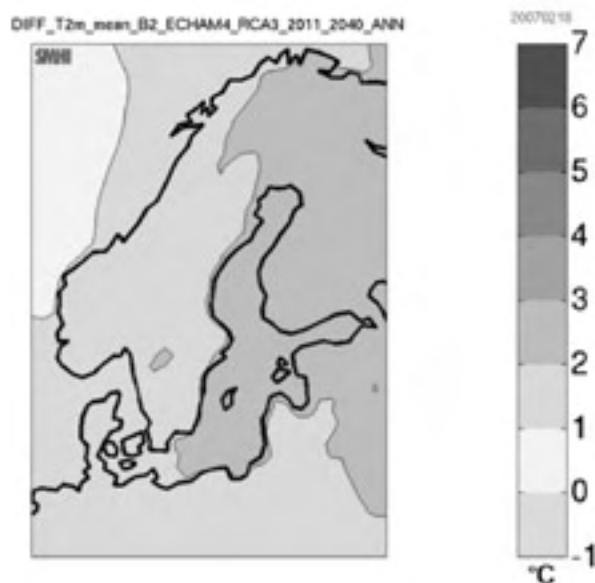
Graminors strategier för växtförädling i ett ändrat klimat

Hur påverkar de långsamma klimatförändringarna norsk växtodling? Kommer ett förmodat mildare och till viss del förändrat klimat att ställa nya krav vid utveckling av nya sorter? Dessa och många andra frågor berörs i Graminors planer för att utveckla och anpassa en strategiplan för framtida klimatanpassad växtförädling.

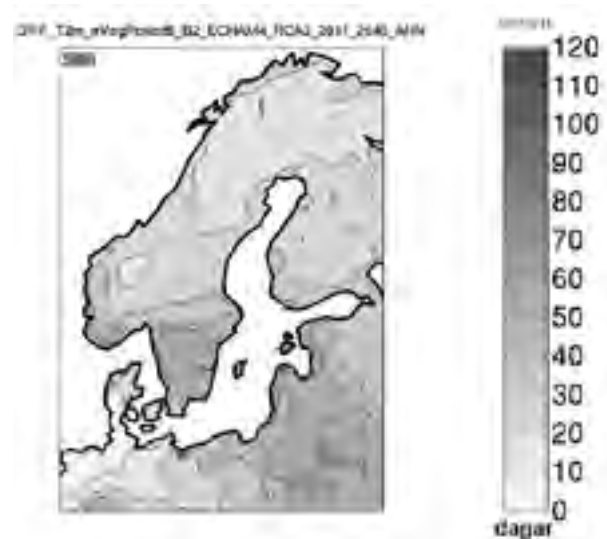
Per Henriksson
Graminor AS
per.henriksson@graminor.no

Klimatrelaterad forskning och modellutveckling

Ett flertal modeller och beräkningsscenarier har utvecklats de senaste åren, med avsikt att förutsäga regionala klimatförändringar i Nordens och Norges klimat och hur klimatsystemens beteende kan förväntas påverka temperatur, nederbördsmängder, tillväxtperioder mm. Rossby Center är Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) klimatmodelleringsenhet och här sker forskning runt klimatsystemens förändringar. En beräkningsmodell som utvecklats jämför medelvärden för klimatet under referensperioden, åren 1961 t.o.m. 1990, med olika framtida tidsscenarier bl.a. den tämligen nära förestående perioden mellan åren 2011 t.o.m. 2040.



Figur 1. Om perioden 2011 - 2040 jämförs med referens perioden 1961 - 1990 stiger medeltemperaturen under den kommande 30 års perioden med ca 1 °C i större delen av Norge (Rossby Center).



Figur 2. Förändring i vegetations-periodens längd i antalet dagar under perioden 2011 - 2040 jämförs med referensperioden 1961 - 1990. (Rossby Center).

Några axplock av information från detta omfattande klimatmodellerings system ger en tämligen klar och statistiskt signifikant bild av vissa klimatförändringar vi kan vänta oss. Tämligen klart är att medeltemperaturen under 30 års perioden 2011 - 2040 kommer genomsnittligt att stiga med ca 1 °C jämfört med referensperioden (figur 1).

Med stigande medeltemperatur följer en förlängning av perioden grödorna kan växa och utvecklas. Vegetationsperiod beräknas i dessa modeller som antalet dagar när genomsnittstemperaturen under 4 på varandra följande dygn överstigit +5 °C. Enligt dessa beräkningar kommer vegetationsperioden att förlängas i södra Norge, från dagens drygt 300 dagar, med upp till ytterligare 50 dagar. I de nordliga kustområdena sker en ökning från dagens nivå på ca 150 dagar med ytterligare mellan 10 - 30 dagar (figur 2).

Sammanfattningsvis kan man säga att med den ökning i medeltemperaturen som förutsäges i modellberäkningarna kommer odlingsgränsen att långsamt flyttas norrut. Enligt uppskattningar i en rapport från Svenska Jordbruksverket flyttas odlingsgränsen norrut med uppskattningsvis 10 km per år (Svensson *et al.* 2007). Med kortare och mildare vintrar kommer risken för utvintring och köldskador att minska. En ytterligare följd av klimatförändringarna är att under vintermånaderna kommer omfattningen av extremt kalla perioder att minska kraftigt (Rossby Center). Nord-europa och speciellt Norden kan således förväntas få mera gynnsamma och fördelaktiga odlingsbetingelser jämfört med dagens klimatförutsättningar.

Växtskydd

Med ett mera gynnsamt odlingsklimat kommer dessvärre även vissa växt skadegörare att gynnas med ökat patogentrycket på grödorna som följd. Bladlössen får sannolikt ökad betydelse, både som direkt skadegörare men även som bärare av allvarliga virusjukdomar, bl.a. rödsotvirus (BYDV). Speciellt värgrödor drabbas av bladlus problem men även höst-sådda grödor kan drabbas av insektsangrepp speciellt om lusen angriper och sprider virus redan på hösten (Svensson *et al.* 2007).

På svamppatogen sidan väntas angrepp av rostsvampar att öka, det gäller bl.a. gulrost, brunrost och kornrost. Även bladfläcksvampar förväntas att öka, speciellt i områden med ihållande fuktighet under sommarmånaderna. Till detta förväntas ett ytterligare ökat tryck av axfusarios på stråsådesgrödorna (Svensson *et al.* 2007).

Växtförädlingsstrategi

Ovannämnda scenarier måste beaktas i de förädlingsprogram och strategier som utarbetas idag. Gynnsamt ut växtförädlings synpunkt är att de klimatbaserade odlingsförutsättningarna ändras långsamt - helt i linje med växtförädlingsprocesserna som i regel kan bemästra de flesta utmaningar, bara tidsutrymmet medger en fullskalig växtförädlingsanpassning.

Ur Graminors synvinkel samordnar vi grundläggande kombinations och primärurvalsarbete vid ett kompetens center för optimalt utnyttjande av faciliteter, såsom växthus, laboratorier mm. Slutliga fenotypurval och avkastningsurval genomförs i de geografiska områden som respektive växtförädlingsprogram är avsett för. De långsamt förändrade klimatförhållanden kom-

mer att få betydelse under hela urvalsprocessen i fält och nyutvecklade sorter kommer att vara selekterade i fält under de förändrade klimatförhållandena.

Ett exempel på ett växtförädlingsprojekt kan vara en klimatanpassad engväxt sortutveckling för Nordnorge. Målet är att kombinera nordligt fotoperiodberoende förädlingsmaterial med sydligare genotyper vars vegetationsperiodavslutning styrs av temperatur och i mindre grad av dagslängden. Målet är att utveckla sorter som väl utnyttjar de långa dagarna för tillväxt under sommarmånaderna. Linjer skall dock väljas där fotoperioden förlängs, innan tillväxten avstannar för att utnyttja den förväntade förlängda vegetationsperioden. Avslutningen av tillväxtperioden skall i de nya linjerna till högre grad styras av invintringsegenskaper hämtade från de mera sydliga genotyperna i förädlingsprogrammet. Sammanfattningsvis skall sortens anpassning till tillväxtperioden styras främst av dygnsmedeltemperaturen och endast kompletteras med lämpligt dagslängdsberoende. Urvalsarbetet för dessa egenskaper kommer att genomföras på fält lokaliserade i de områden där en ny sort kommer att marknadsföras.

Resistensförädlingsarbete är redan idag en viktig del av växtförädlingsarbetet och kommer framigen att fortsätta ha en central betydelse. I samband med att grundforskningen inom det molekylärgenetiska området tar stora steg framåt kommer inom en snar framtid molekylära verktyg att få stor betydelse, speciellt inom resistens förädlingsområdet. Genom identifiering av molekylära markörer för resistensegenskaper kommer man att med molekylära selektionsmetoder mycket snabbt kunna introducera nya resistensegenskaper i förädlingsmaterialet och därmed säkerställa en hög resistensnivå även mot skadegörare som väntas sprida sig norrut.

Graminor och dess växtförädlare står väl förberedda för att ta sig an nya växtförädlingsutmaningar och ta fram nya sorter som kan hävda sig mycket väl även i framtidens förändrade klimatscenarier.

Referenser

- Svensson, H., B. Albertsson, M. Franzén, G. Frid, B. Johnsson & J. Wahlander. 2007. En meter i timmen - klimatförändringarnas påverkan på jordbruket i Sverige. Jordbruksverket, Rapport 2007:16. 54 s.
- Rosby Center, SMHI.
<http://smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=8783&l=se>

Økologisk mad, indholdsstoffer og helse

Vi ved ikke tilstrækkeligt om hvordan kostens sammensætning påvirker helsen til at vide om disse forskelle har betydning for forbrugernes helse. Hvis forsvarsstoffer er den vigtigste helse-faktor i grønsager, kan risikoen for sygdom nedsættes væsentligt ved at alle skifter til økologisk frugt og grønt.

Kirsten Brandt
Newcastle University, UK
kirsten.brandt@ncl.ac.uk

Sammenhænge mellem produktionsmetode og fødevarerammensætning

Når planter dyrkes under forhold med forskellig næringstilførsel, ændres deres sammensætning systematisk, se tabel 1, fordi de tilpasser deres metabolisme til vækstpotentialet. En plante der har mulighed hurtig vækst, prioriterer denne vækst højere end forsvar mod sygdomme og skadedyr, og indeholder derfor meget protein og karotener (som anvendes til fotosyntese), men få forsvarsstoffer. Under forhold der tillader middel væksthastighed, er dannelsen af forsvarsstoffer højest, mens meget langsomt voksende planter ofte ikke har overskud til at forsvare sig. Hurtig vækst giver højere indhold af vand og mindre af vitamin C og mineraler end langsom vækst.

I tabel 1 er effekt af dyrkningsform stillet opp for tre forskellige dyrkningsformer. Den 'næringsbegrænsede' dyrkningsform svarer til situationen i mange udviklingslande og i næringsbegrænsede naturmiljøer (der kan benyttes til græsning eller indsamling af f.eks. bær). For konventionel og økologisk dyrkning er tallene i tabel 1 gennemsnit af mindst 20 undersøgelser af forskellige plantearter, mens der kun findes få data fra nærings-begrænset produktion, selv om mange millioner (fattige) mennesker lever af den.

Når køer fodres med høj andel af frisk græs, giver det flere flerumættede fedtsyrer i mælken og kødet end fodring med korn og ensilage. Bakterierne i vommen

omdanner dem til CLA (conjugated linolenic acids), som derfor findes i større mængder i mælkefedt fra økologiske køer end fra konventionelle køer (der ikke har gået på græs) (Butler *et al.* 2008).

Nogle forskelle skyldes direkte produktionsformen: Økologiske produkter indeholder ikke tilsætningsstoffer og rester af pesticider, som er forbudt i økologisk produktion.

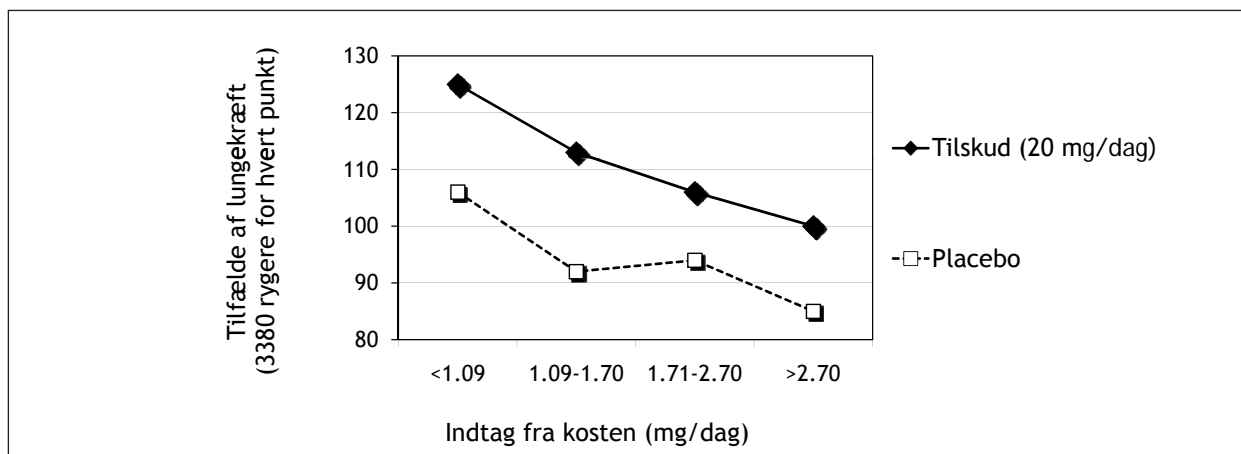
Sammenhænge mellem fødevarerammensætning og helse

Vi ved at de mennesker der spiser forholdsvis meget grønsager, frugt og fuldkornsprodukter, samt moderate mængder mejeriprodukter og fisk, lever længere og er mindre syge end flertallet, der har højere indtag af fedt og sukker (se figur 1, 'Placebo'). Men flertallet af befolkningen får stadig fuldt tilstrækkeligt af de fleste vitaminer og mineraler. Tilskud af næringsstoffer ud over det som er tilstrækkeligt er ikke nogen fordel for helsen, dette er undersøgt for stort set alle næringsstoffer (se eksempel i figur 1, 'Tilskud'), så det højere indhold af disse næringsstoffer i kød og grønt kan ikke forklare denne effekt.

Beta-karoten er en antioxidant og en kilde til vitamin A, og derfor troede man dengang at den kunne beskytte mod kræft. Det ses at risikoen er mindst hos de der spiste en kost med mange grønsager (og dermed meget beta-karoten), men at tilskud på 10 gange

Tabel 1. Indhold af udvalgte stoffer i planteprodukter fra forskellige dyrkningsformer. Tallene er i forhold til konventionelt dyrkede planter, som er sat til 100 %.

Dyrkningsform	Høj tilførsel af næring (konventionelt)	Lav tilførsel af næring (økologisk)	Ingen tilførsel af næring (nærings-begrænset)
Tørstof, mineraler	Lav	Middel (105%)	Høj (>105%)
Protein (i tørstof)	Høj	Lav (80%)	Variabel
Vitamin C (i frisk vægt)	Lav	Høj (115%)	Høj?
Karotener (i frisk vægt)	Høj	Middel (90%)	Lav (<80%)
Forsvarsstoffer (i frisk vægt)	Middel	Høj (115%)	Variabel



Figur 1. Kræftisiko hos finske mænd, som blev kategoriseret efter deres kost, og i 4-6 år spiste enten placebo eller tilskud af beta-karoten. Data fra Albanes *et al.* 1986.

højere end normal indtag øgede risikoen. Bemærk at blandt dem som fik tilskud, gav mange grønsager stadig bedre beskyttelse end få grønsager. Så der er noget i grønsagerne, der beskytter mod kræft, men det er ikke beta-caroten.

Den eneste stofgruppe i grønsager, som ikke har været afprøvet på denne måde, er forsvarstofferne, også kaldet naturlige pesticider eller sekundære metabolitter. Disse stoffer er giftige i høje koncentrationer, og derfor anses de traditionelt som uønskede i fødevarer. Men da ingen af næringsstofferne kan forklare den positive effekt på helse, er der stigende interesse for forsvarstofferne i denne sammenhæng. For animalske produkter er der på tilsvarende vis indikationer for at CLA kan gavne helsen, selv om det ikke er et næringsstof.

Sammenhænge mellem produktionsmetode og helse, målt direkte

Undersøgelser fra forskellige europæiske lande viser, at børn i familier der spiser økologiske mælkeprodukter, har mindre risiko for allergi (Kummeling *et al.* 2007), og at konventionelle tilsætningsstoffer kan gøre børn hyperaktive (McCann *et al.* 2007). Undersøgelser af rotter der blev fodret med tørrede grønsager fra forskellige dyrkningsformer viste at økologisk dyrket foder gav forskel i aktivitetsmønster, fedtakkumulering og immunsystemet (Lauridsen *et al.* 2008).

Sammenhænge mellem produktionsmetode og helse, målt indirekte

Hvis det meste af helsefordelen ved at spise meget grønsager og frugt skyldes forsvarstofferne, vil økologiske produkter i gennemsnit gavne 10-15% bedre end de konventionelle (tabel 1). Det er beregnet,

at en stigning i indtaget af frugt og grønt på 60 % vil reducere risikoen for kræft med 19 % og for hjertekarsygdomme med 16 % (van't Veer *et al.* 2000). Hvis alle skifter til økologisk frugt og grønt, og spiser samme mængde som før, kunne man opnå 1/6 af denne forbedring, altså forebygge 3 % af kræfttilfældene og 2.5 % af hjertekarsygdommene. Dette er flere mennesker end der dør i trafikken! Sagt på en anden måde, så vil 540 g økologisk frugt og grønt være lige så godt for helsen som 600 g konventionelt.

Referanser

- Albanes, D., O.P. Heinonen, P.R. Taylor, *et al.* 1996. Alpha-tocopherol and beta-carotene supplements and lung cancer incidence in the alpha-tocopherol, beta-carotene cancer prevention study: effects of base-line characteristics and study compliance. *J. Natl. Cancer Inst.* 88:1560-1570.
- Butler, G., J.H. Nielsen, T. Slots, C. Seal, *et al.* 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J Sci Food Agric* 88:1431-1441.
- Kummeling, I., C. Thijs, M.Huber, L.P.L. van de Vijver, *et al.* 2007. Consumption of organic foods and risk of atopic disease during the first 2 years of life in the Netherlands. *Brit. J. Nutr.* 99: 598-605.
- Lauridsen, C., C. Yong, U. Halekoh, S.H. Bügel, K. Brandt, *et al.* 2008. Rats show differences in some biomarkers of health when eating diets based on ingredients produced with three different cultivation strategies. *J. Sci. Food Agric.* 88: 720-732.
- McCann, D., A. Barrett, A. Cooper, *et al.* 2007. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lancet* 370: 1560-67.
- van't Veer, P., M.C.J.F. Jansen, M. Klerk & F.J. Kok. 2000. Fruits and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutrition* 3:103-107.

Løk - vår ukjente "helsebombe"

Selv om løk er den grønnsaken vi i Norge spiser tredje mest av, er løkforbruket i Norge lavt sammenlignet med mange andre land. Det er relativt lite kjent i Norge at løk gir redusert forekomst av en rekke sykdommer, bl.a. hjerte-karsykdom, kreft, diabetes og astma. Løk reduserer også betennelsesrespons i kroppen, og motvirker sopp og bakterier. Å spise mer løk bør derfor være positivt for folkehelsa.

Ingunn M. Vågen
Bioforsk Øst
ingunn.vaagen@bioforsk.no

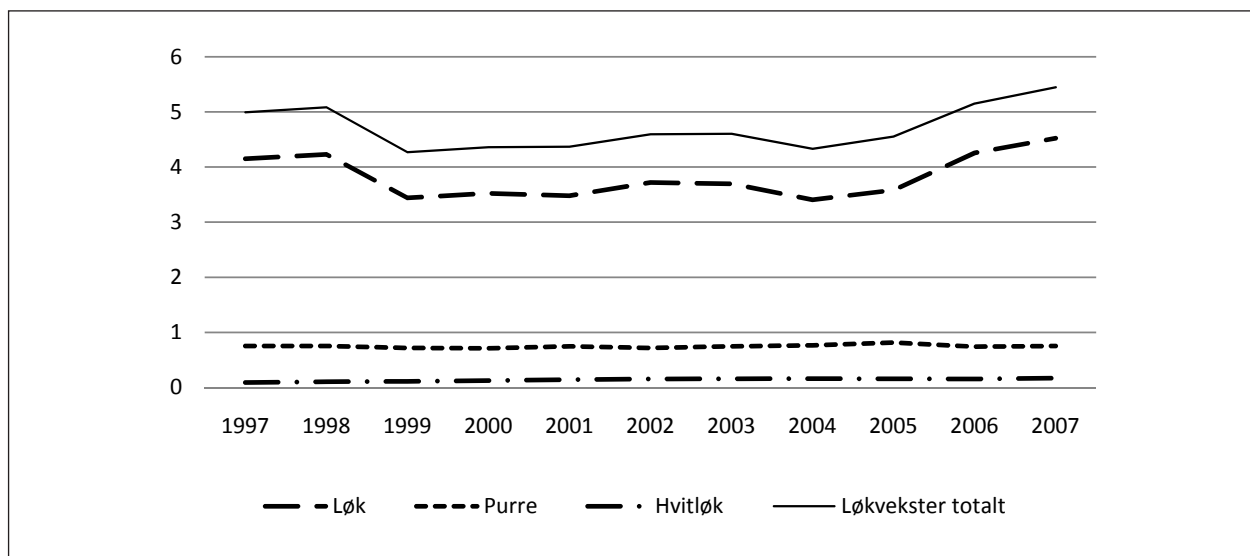
Løk er den tredje mest produserte grønnsaken på verdensbasis, etter tomat og vannmelon. Også i Norge ligger løk på en tredjeplass på lista over grønnsakforbruk, hos oss etter tomat og gulrot. Likevel spiser vi i Norge lite løk per person, sammenlignet med mange andre land. Forbruket ligger fortsatt på under 5 kg per person, mens det i f.eks England hevdes å være det dobbelte, og i enkelte Middelhavsland opptil det femdobbelte av vårt forbruk. Forbruket av løkvekster i Norge ser ut til å være langsomt på vei oppover (figur 1).

Sa du "helsebombe"?

Løk er høyt verdsatt for sitt bidrag som smakssetter i matlagingen, men langt mindre kjent i vår kultur er løkens helsebringende virkning. Mange studier har vist at høyt inntak av løk gir redusert forekomst av en rekke sykdommer. Løk reduserer risikofaktorene for hjerte-karsykdom, reduserer forekomst av kreft, og reduserer betennelsesrespons i kroppen. Løk har også

antidiabetiske og antibiotiske egenskaper, og motvirker sopp (Desjardins 2008). Det er tre hovedgrupper av stoff som bidrar til løkens helsebringende virkning: Flavonoider, fruktaner (fruktooligosakkarider/FOS) og en gruppe svovelholdige forbindelser som kalles alk(en)yl cystein sulfoksider (ASCO). Løk er også en god kilde til C-vitamin, kalium, folsyre, kalsium, jern og fiber. På bakgrunn av dette bør det være belegg for å hevde at en god økning av løkforbruket i Norge vil være svært positivt for folkehelsa.

Flavonoider er en gruppe antioksidanter, og omfatter blant annet ulike former for quercetin som finnes i større eller mindre mengder i all slags løk, og anthocyaner som finnes i rødløk (Slimestad *et al.* 2007). Løk er en av våre beste kostkilder til flavonoider, ved siden av te og epler. Flavonoidene motvirker "klumping" av blodet og reduserer dermed risikoen for blodpropp og hjerteinfarkt, reduserer nivået av triglyserider i blodet, og har også krefthemmende virkning.



Figur 1. Årlig gjennomsnittlig forbruk av løk per person i Norge i perioden 1997-2007, oppgitt i kg per person. Tall for løkvekster totalt er sum av løk, purre og hvitløk. Kilde: Totaloversikten Frukt og grønnsaker 1997-2007, OFG.

Fruktaner, som også kalles fruktfiber, er løkens lagringskarbohydrat. De smaker søtt, men gir ikke blodsukkerøkning siden de ikke spaltes før de kommer til tykktarmen. Fruktaner stimulerer de "gode" tarmbakteriene på bekostning av uheldige bakterietyper, og bidrar til god tarmhelse og forebygging av kreft. De bidrar også til å redusere kolesterol og blodsukker, og har antidiabetisk virkning. Og som om ikke det var nok, hevdes det også at fruktaner stimulerer opptaket av kalsium i kroppen, og dermed kan være med på å forebygge benskjørhet.

Alk(en)yl cystein sulfoksider er stoffene som bidrar til løkens karakteristiske lukt og smak. Balansen mellom de ulike typene svovelforbindelser gjør at ulike sorter og typer av løk varierer i smak. Disse svovelforbindelsene får også mye av æren for løkens forebyggende virkning mot hjerte-kar-sykdommer, og løkens antiastmatiske, betennelseshemmende og bakteriehemmende effekt.

Forskning på løk

Bioforsk har jobbet en del med løk de siste fire årene. Fokuset var fra begynnelsen å finne nye løktyper som lot seg gjøre å produsere i Norge, og tilpasse dyrkingsopplegg for dem. De siste årene har vi i tillegg satt fokus på helsevirkningen av løk. Vi har prøvedyrket mange typer og sorter av løk og kartlagt innhol-

det av helsebringende innholdsstoff, og undersøker også hvordan mengden av de ulike innholdstoffene påvirkes av dyrkingstekniske tiltak, som gjødsling, rykking og bakketørring. Tanken er at man ved bevisst sortsvalg kombinert med justering av dyrkingspraksis kanskje kan skreddersy en løkproduksjon for å få spesielt høyt innhold av bestemte innholdsstoff. Det er til dels store forskjeller mellom ulike løksorter, så det er all grunn til å fremheve viktigheten av fortsatt sortsprøving og analyser.

Sist år gjennomførte vi også en pilotstudie i samarbeid med Universitetet i Agder, hvor det ble tatt blodprøver av et antall forsøkspersoner før og gjentatte ganger etter løkspising. Dette ble gjort som en innledende kartlegging av hvilke blodbiokjemiske parametere som påvirkes direkte av løk, og om løken påvirker genuttrykk, for eksempel av-på-funksjon for gener som koder for betennelsesreaksjoner i kroppen. Resultatet av disse prøvene ventes i løpet av våren. Hvis resultatene er positive, håper vi på mulighet til å jobbe videre med slike studier.

Referanser

- Desjardins, Y. 2008. Onion as a nutraceutical and functional food. *Chronica Horticulturae* 48(2):8-14.
- Slimestad, R., T. Fossen & I.M. Vågen. 2007. Onions - a source of unique dietary flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:10067-10080.

Vakre, smakfulle og sunne bær

Bær er fargerike, de er vakre og de smaker godt. I tillegg inneholder bær en rekke forbindelser som har dokumenterte positive effekter på helsen vår.

Inger Martinussen¹, Eivind Uleberg¹, Gordon McDougall² og Derek Stewart²

¹Bioforsk Nord, ²Scottish Crop Research Institute

Bær inneholder mange ulike forbindelser

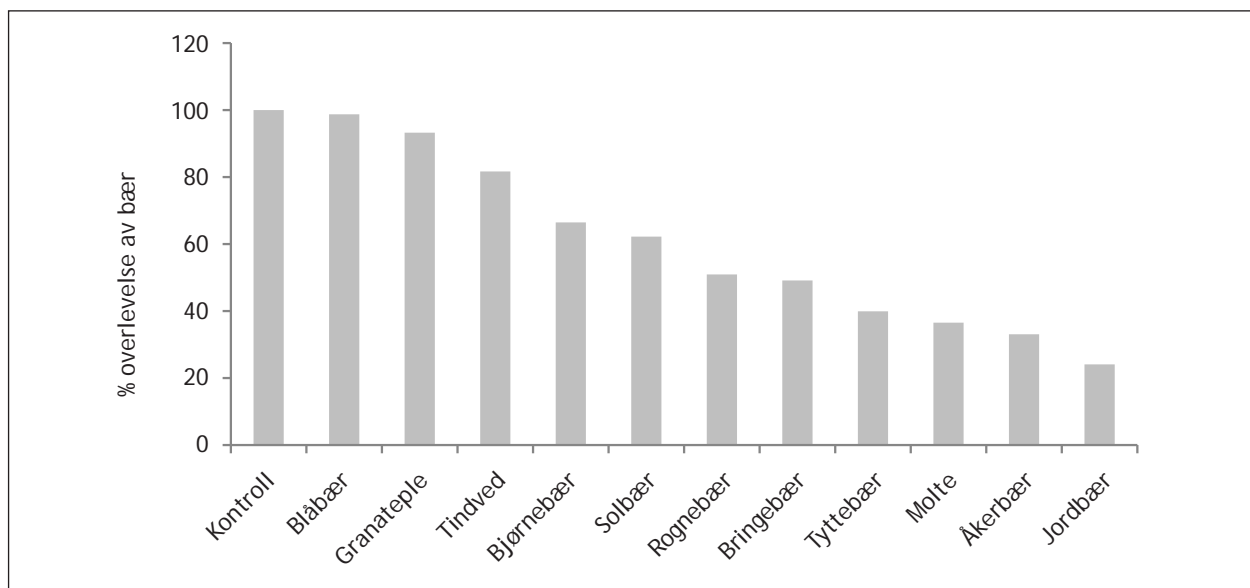
Planter inneholder tusenvis av kjemiske forbindelser. Noen av disse forbindelsene er bare til nytte for planten selv, men mange er også til nytte for oss mennesker. Molte ble for eksempel tidligere brukt som middel mot skjørbruk, lenge før en visste betydningen av C-vitamin. Bær inneholder karbohydrater, syrer, mineraler, aromastoffer og mange ulike forbindelser som vi kaller antioksidanter. Antioksidantene hindrer ødeleggelse av celler og arvestoff i kroppen vår. Det er mange typer antioksidanter i bær; vitamin C, karotenoider, xanthophyll og polyfenoler. Karotenoider og xanthophyll er orange og gule fargestoffer. Polyfenoler er igjen en stor gruppe forbindelser som anthocyaniner (røde fargestoffer), ellagitanniner og ellaginsyre. Denne komplekse miksen av ulike antioksidanter gir bærene vakre farger, og for oss som spiser dem en rekke positive effekter på helsen.

Dokumenterte effekter på helse

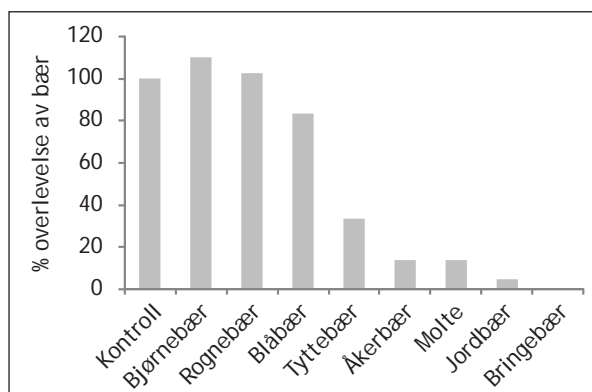
Flere epidemiologiske studier har vist en klar sam-

menheng mellom inntak av frukt, bær og grønnsaker og en redusert risiko for hjerte- karsykdommer og flere former for kreft (Block *et al.* 1992). Figur 1 viser at ekstrakter av bær reduserer veksten av kreftceller fra tykktarm i *in vitro* studie. Ekstrakt fra blåbær ga ingen reduksjon i veksten, mens tyttebær, molte, åkerbær og jordbær mer enn halverte veksten. Ekstrakter av bær inhiberer veksten av kreftceller

Overvekt er blitt den nye folkesykdommen i den vestlige verden. Noen av medisinene som brukes i behandlingen av overvekt inneholder stoffer som hemmer enzymet lipase som produseres i bukspyttkjertelen. Dette enzymet splitter fettmolekyler og gir et høyere energioptak siden lagringsfett blir tilgjengelig som energi (Lowe 1997). Flere har vist at polyfenoler fra frukt og bær også kan hemme aktiviteten av lipase (McDougall & Stewart 2005). Ekstrakter fra mange ulike bær er nå testet for effekt på lipase *in vitro* (figur 2). Bjørnebær- og rognebærekstrakt hadde ingen effekt sammenlignet med kontrollen, og



Figur 1. Ekstrakter fra ulike bæreslag er testet på vekst av kreftceller fra tykktarmen (CaCo2 celler). Alle bærekstraktene hadde en konsentrasjon på 50 µg fenoler/ml (GAE - "gallic acid ekvivalenter målt med Folin metoden). Veksten framstilles som % levedyktige celler av en kontroll behandling der kreftceller ble dyrket uten bærekstrakter. Resultatene er gjennomsnitt fra 3 separate eksperimenter vist med SE (standard error).



Figur 2. Ekstrakter av ulike bærslag påvirker aktiviteten til enzymet lipase. Kontroll er målt enzymaktivitet i celler dyrket uten bærekstrakt. *In vitro* metoden er tilpasset fra Gilham & Lehner 2005.

ekstrakter fra blåbær ga kun en svak inhibering av enzymet. Ekstrakter fra åkerbær, molte, jordbær og bringebær reduserte lipase aktiviteten betydelig. Ekstrakter av bær inhiberer lipase aktiviteten

Hvordan påvirker klima bærkvaliteten?

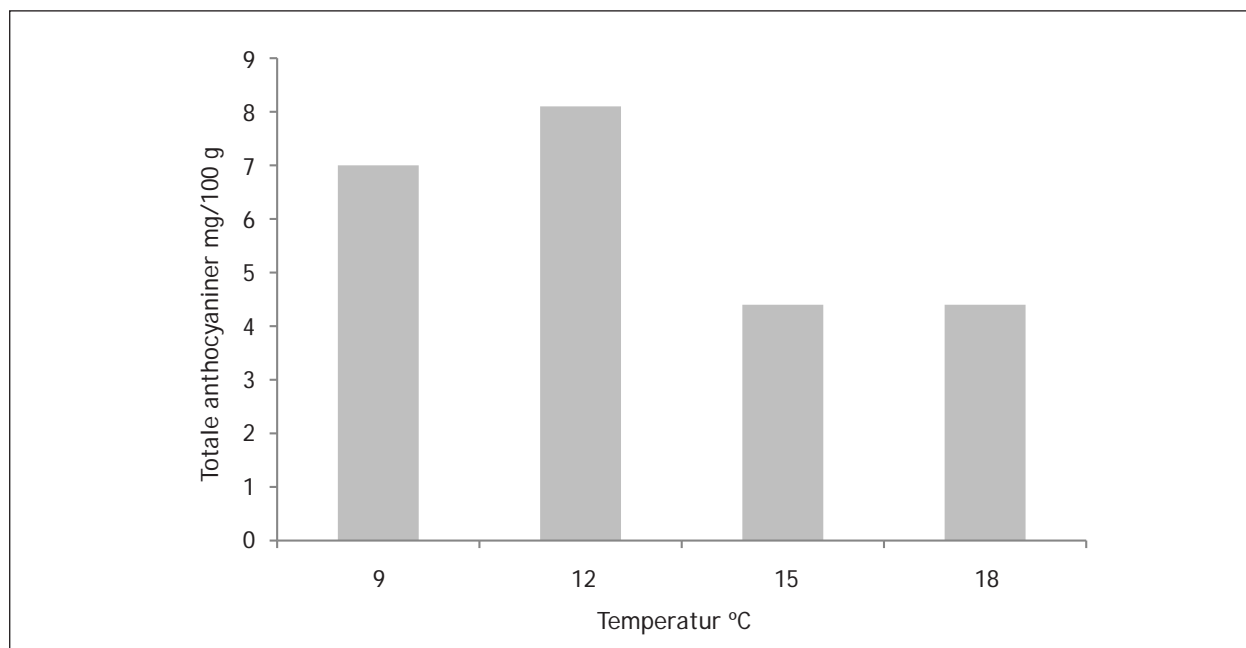
Kvaliteten på bærene påvirkes av både arv og miljø. Sorter av bær foredlet med hensyn på økt kvalitet er derfor av stor interesse. Det er også viktig å få kunnskaper om hvordan vårt nordlige klima påvirker kvaliteten. Foreløbige resultat i prosjektet RUBUS METABOLICS (<http://www.bioforsk.no/ViewPPP.aspx?view=project&id=886>) viser at innholdet av totale fenoler og anthocyaniner, kvantitativt og

kvalitativt, påvirkes både av arv og miljø. Det er stor forskjell mellom klonene i innholdet av både fenoler og anthocyaniner i moltebær. Innholdet av anthocyaniner ser ut til å påvirkes positivt av lave temperaturer (figur 3), mens innholdet av fenoler ikke påvirkes i nevneverdig grad.

Effekt av temperatur på innholdet av anthocyaniner i molte (*Rubus chamaemorus*).

Referanser

- Block, G., B. Patterson & A. Subar. 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer* 18:1-29.
- Gilham, D. & R. Lehner. 2005. Techniques to measure lipase and esterase activity *in vitro*. *Methods* 36:139-147.
- Lowe, M.E. 1997. Structure and function of pancreatic lipase and colipase. *Annals Review Nutrition* 17:141-158.
- McDougall, G.J. & D. Stewart. 2005. The inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *Biofactors* 23:189-195.



Figur 3. Totalt anthocyanin innhold i moltebær dyrket ved 9 °, 12 °, 15 ° og 18 °C uttrykt pr 100 g frisk vekt bær.

Stabil smak på potet - med forbrukeren i fokus

Når en forbruker har funnet sin favorittpotet, skal han ha mulighet til å få tak i poteter med de samme kvalitetsegenskapene også neste gang han skal ha poteter. Det er ikke tilstrekkelig bare å få tak i den samme potetsorten, den skal også være dyrket og håndtert slik at den kan selges med smaksgaranti etter forbrukerens ønsker.

Trygve Kirkerød
Bama
trygve.kirkerod@bama.no

Målsetting

Prosjektets hovedmål er å identifisere og produsere matpoteter som tilfredsstiller forbrukerens forventninger om en stabil og god smaks kvalitet, og derigjennom øke førstehåndsverdien av potetomsetningen med 4 mill kr pr år. Det forutsetter at vi kan selge 4000 t poteter med smaksgaranti som gir potetproduzenten en merverdi på kr 1,- per kg.

Det arbeides etter følgende delmål:

- Kartlegge forbrukernes forventninger til smak og bruksegenskaper for to utvalgte potetsorter
- Identifisere egenskaper ved poteter som har betydning for opplevelse av god smak i spesielle sammenhenger
- Finne fram til testmetoder som hurtig og enkelt karakteriserer poteter etter om de har ønskede egenskaper
- Identifisere dyrkings- og lagringsrelaterte forhold som bidrar mest til smaksforskjeller på potet
- Avdekke geografiske og jordbunnsmessige vekstbetingelser som har betydning for smak på potet
- Lage to nye potetvarianter som kan markedsføres med "garantert" stabil smaks kvalitet

Deltakere

Dette er et brukerstyrt innovasjonsprosjekt med Bama Gruppen AS som prosjektansvarlig. Kostnadene er budsjettetert til kr 4 756 000 og prosjektperioden er 3,5 år. Norges forskningsråd bidrar økonomisk med kr 1 400 000, resten finansieres av Gartnerhallen og Bama.

Faglige aktører er Nofima Mat, Bioforsk og Norsk Landbruksrådgiving med 5 forsøksringer.

Aktiviteter

Som innledning til hovedprosjektet, ble det samlet inn 'Kerrs Pink' fra Råde, Hadeland og Stange, pluss 'Redstar' fra Lågendalen, Ringsaker og Solør. I tillegg ble 'Beate' fra Sør-Odal, 'Asterix' fra Vormsund og 'Mandelpotet' fra Vågå tatt med i forprosjektet. Her ble det bl.a. gjennom forbrukerundersøkelser registrert betydelige sensoriske forskjeller både mellom potetsorter og dyrkingssteder.

I forbindelse med feltforsøka, blir alle faktorer som forventes å kunne påvirke potetkvaliteten registrert. Dette gjelder både klimatiske og jordbunnsmessige faktorer, samt dyrkingstekniske opplysninger. På bakgrunn av dette, skal det utarbeides veiledninger for hvor og hvordan aktuelle potetsorter skal dyrkes for å få fram ønsket kvalitet.

Forventninger til prosjektet

Vi ønsker å øke konkurransekraften til norske poteter ved å selge poteter med smaksgaranti etter forbrukerens ønsker. Dette krever øket kunnskap om faglige tiltak i hele verdikjeden fra jord til bord.

Vi skal fortsatt ha fokus på at potetene skal ha et tiltrekkende utseende, men i tillegg skal de ha en innvendig egenverdi som gir forbrukerne en smaksopplevelse de vil ha mer av.

Stabil smak på potet- forsøksopplegg

Bioforsk sin oppgave i prosjektet "Stabil smak på potet" har vært blant annet: planlegge, anlegge, analysere og beregne de nedenfor nevnte forsøksfeltene som grunnlag for sensoriske analyser og andre analyser. Det er gjennomført to forsøksserier med feltforsøk i løpet av de siste tre vekstsesongene 2006-2008 hos de samme forsøksvertene.

Kristian Haug
Bioforsk Øst
kristian.haug@bioforsk.no

Stabil smak på potet, N-gjødsling til sorter

Forsøksplan

18 ruter 3 gjødslingsledd, 2 sorter, 'Kerrs Pink' og 'Red Star', 3 gjentak

- 1 7 kg N/daa - vårgjødsling med Fullgjødsel@11-5-18 mikro
- 2 10 kg N/daa - vårgjødsling med Fullgjødsel@11-5-18 mikro
- 3 13 kg N/daa - vårgjødsling med Fullgjødsel@11-5-18 mikro

Feltene har vært plassert i Ringsaker, nærmere bestemt på Helgøya, i Grue og Kvelde i Lågendalen.

Stabil smak på potet, sorter på ulike jordarter

Forsøksplan

18 ruter fordelt på 3 felt a 6 ruter

3 Jordarter, lett, middels og tung. 2 sorter, 'Kerrs Pink' og 'Red Star', 3 gjentak.

Disse feltene har vært plassert i Råde, Sør-Odal og Gran på Hadeland.

Bama har valgt ut forsøksverter blant sine kontrakt-dyrkere, i viktige potetdistrikter.

Den første forsøksserien er et tradisjonelt opplegg med stigende N mengder, der den midlere nitrogen-gjødselmengden er på nivå med gjeldende gjødsel norm, hvis en forventer 3 tonn avling per daa. Det er litt overraskende at de ulike gjødselmengdene har mindre effekt på smak enn en skulle forvente.

Når det gjelder jordartsforsøkene har dette vært en utfordring, nemlig å finne størst mulig jordartsvariasjon i den samme potetåkeren. Det er tatt ut

jordprøver for kjemiske analyser og for kornstørrelsesfordeling. Samtidig har det vært gravd ned temperaturloggere, og innhentet meteorologiske data fra nærmeste stasjon i forhold til feltene. Det er innhentet en mengde med ulike data, utfordringen vil bli å finne ut hvilke av alle disse dataene som kan gi noen indikasjoner på hva som er med på å gi en stabil smak på potetene, uten at det er for kompliserte og kostbare analyser. Vanlig avlingsregistrering, størrelsessortering og vurdering av ytre og indre kvalitet har blitt registrert. Så langt kan det se ut til at tørrstoffinnhold kan være en parameter som kan brukes. Det er å håpe at det vil vise seg at enkelte dyrkingsforhold passer bedre for bestemte sorter for å gi stabil smak. Hva som er en god potet vil det bestandig være ulike oppfatninger om, men det er et poeng at smaken er stabil eller lik i store deler av forbruks-sesongen.

Poteter eller vindruer – dyrkingsbetingelsene betyr alt for smaken

De aller dyreste kvadratmetrene jord finnes i Côte d'Or i Frankrike, for her dyrkes vindruene som gir vin av høyeste kvalitet. Helt spesielt jordsmonn og dyrkingsforhold gir druene et særpreg som gjenfinnes i vinen. Dette er også tilfelle for potet når det gjelder smak, om enn ikke for pris - ennå.

Øydis Ueland
Nofima Mat AS
oydis.ueland@nofima.no

Introduksjon.

I butikkene velger vi poteter etter hvilken sort det er, det gjør i hvert fall forbrukere som vet at det er forskjell på sortene, og vi forventer at det smaker forskjellig avhengig av hvilken sort vi velger. Det forbrukere ikke vet er at de slett ikke er garantert å få poteter med den smaken de forventer. Et smaksforsøk med mandelpotet fra produsenter med ulike dyrkingsforhold fra nord til syd i landet og fra lavland til høyt innland, viste at smaken varierte fra nøytral smak og lite melenhet til mye smak og mye melenhet. Poteten som smakte mest og best fant vi 400 m over havet midt inne i landet. På bakgrunn av dette ønsket vi å gjøre kontrollerte forsøk der vi varierte dyrkingsbetingelser og steder for å se om vi kunne identifisere faktorer som påvirker smaken. Målet var å komme frem til en potet med smak som stemmer overens med det forbrukeren forventer å få.

Smakspotetprosjektet

Smaken kan variere fra potet til potet og fra sort til sort, og for å ha et mål å gå etter måtte vi starte med å bestemme oss for en sort vi kunne teste, og hvilken smak vi ville prøve å oppnå for denne sorten. 'Kerrs Pink' ble valgt som testsort fordi den har en hard kjerne med fans, og en særpreget smak. I tillegg valgte vi en nyere sort for å sjekke i hvilken grad det er mulig å overføre resultatene dyrkingsforsøkene hadde på smaksopplevelsen fra sort til sort.

Forbrukernes krav til smak

I prosjektet startet vi med å undersøke hvilken smak ihuga 'Kerrs Pink'-elskere forventet at en ideell 'Kerrs Pink' skulle ha. Forbrukerne fikk poteter dyrket på ulike steder under svært ulike betingelser og med veldig forskjellig smak. Resultatet viste at forbrukerne forventet en 'Kerrs Pink' som var melen, med tørt konsistens og mild smak. En av variantene var så ulik

forventningene til en KP at forbrukerne trodde det var 'Beate'. Kommentaren etterpå var at de heretter alltid skulle sjekke produsent for å være sikre på at de fikk ordentlig 'Kerrs Pink'. De var veldig gode til å identifisere 'Kerrs Pink', når de fikk dem i blindtest på smaking. 'Kerrs Pink'-likerne hadde forskjellige preferanser fra andre forbrukergrupper som heller ville ha poteter som var fastere og hadde mer smak og farge på kjøttet. 'Asterix', 'Mandel' og 'Redstar' er eksempler på dette.

Sensorisk profilering av potetene viste at melenhet var den smaksegenskapen som korrelerte mest med liking for 'Kerrs Pink'. Denne egenskapen samvarierer med tørrstoffmålinger, slik at dette vil være en enkel måte å sjekke smaks kvaliteten på ved en fremtidig differensiering av poteter etter bestemte kriterier.

Dyrkingsforsøk

For 'Kerrs Pink' viste dyrkingssted seg å ha størst betydning for den sensoriske smaksutviklingen til potetene. Deretter kom jordart og til slutt N-gjødsling.

'Kerrs Pink' jordartsforsøk viste at det var betydelig sensoriske forskjeller mellom produksjonen fra de ulike årene. I 2006-7 hadde Sør-Odal KP som var nærmest idealet med høyest intensitet på blankhet, jevnhet på skallet, søt lukt, hvithet og melenhet. Den tyngste jordarten ga best resultat. De foreløpige resultatene fra 2008 antyder at dette bildet kan se noe annerledes ut. 'Kerrs Pink' N-gjødslingsforsøk viste generelt små forskjeller mellom N-nivåene på smak. Dyrkingsforsøket i 2007 ga noe større forskjell mellom N-nivåene enn i 2006 og 2008. 10 og 13 kg N/daa kan synes å gi mer bittersmak og jordsmak/-lukt (negative egenskaper).

'Kerrs Pink' hadde endret egenskaper fra 2006 til 2007, noe som kan skyldes endrete dyrkingsbetingel-

ser og at 'Kerrs Pink' er ømfintlig for ytre forhold, men det er for tidlig å trekke noen endelige konklusjoner siden resultatene fra alle tre år ikke er klare ennå. Det var til dels store forskjeller i smak innad hos hver produsent, hvilket antyder at om potetene hentes fra øverst eller nederst på jordet kan ha betydning for om de kan passe inn i en fremtidig smaksgaranti.

'Redstar' jordartsforsøk viste også at det var forskjeller i smak mellom jordartene på hvert sted og mellom de ulike dyrkingsstedene. 'Redstar' N-gjødslingsforsøk viste at høyeste N-nivå, 13 kg/daa, var mindre gunstig for smaken. Ellers synes 'Redstar' å være mer smaksstabil og robust med tanke på dyrkingssted og måte. Sammenlikning mellom 2006 og 2007-data bekrefter at 'Redstar' er mer smaksstabil og robust for ytre forhold.

Sammenheng mellom jordarter og geografisk plassering

Sted er hovedfaktoren som skiller mellom jordartene. Forskjellene i jordarter innad hos den enkelte produsent er mye mindre enn mellom stedene. Dyrkingsresultater fra jordarter karakterisert som lett ett sted kan dermed ikke slås sammen med resultater

fra andre steder der jordarten også er karakterisert som lett.

Prediktorer for smak kan dermed være knyttet til partikkelstørrelse og eventuelt kjemiske faktorer mer enn variasjoner i jordart hos produsent. Producentenes definisjon av lett, middels og tung jordart stemmer ikke overens med målt partikkelstørrelse. Jordtemperaturmålinger forklarer 30 % av forskjellene i smak for 'Kerrs Pink', men bare 20 % for 'Redstar' basert på resultater fra 2006.

Oppsummering

Foreløpige resultater viser at det er store forskjeller innen hver produsent på viktige smaksegenskaper for 'Kerrs Pink' (melenhet og fuktighet). Det er imidlertid enda større forskjeller mellom ulike dyrkingssteder. N-gjødslingsnivå har mindre å si for endringer i smak, men generelt ga lavere nivåer bedre smak. Redstar synes å være mer robust for påvirkning av dyrkningsforhold når det gjelder smak.

Fusarium – mykotoksiner i korn – giftighet, risiko og grenseverdier

Muggsopp av slekten *Fusarium* produserer de viktigste muggsoppgiftene (mykotoksinene) i norsk korn. Dette er en slekt sopper som infiserer korn ute på jordet. Forekomster av *Alternaria* og toksiner av disse er lite undersøkt både i Norge og internasjonalt, men de er sannsynligvis av mindre betydning enn *Fusarium*-toksiner.

Gunnar Sundstøl Eriksen og Aksel Bernhoft
Vetrinærinstituttet
gunnar.eriksen@vetinst.no

Muggsopp av slekten *Fusarium* produserer de viktigste muggsoppgiftene (mykotoksinene) i norsk korn. Dette er en slekt sopper som infiserer korn ute på jordet. Muggsoppgiftene i kornet dannes hovedsakelig i kornet på åkeren, men noe gift kan dannes like etter innhøsting før kornet er tilstrekkelig tørket. Forekomster av feltsoppen *Alternaria* og toksiner av disse er lite undersøkt både i Norge og internasjonalt, men de er sannsynligvis av mindre betydning enn *Fusarium*-toksiner. Lagringstoksiner er ikke lenger noe stort problem i norsk korn på grunn av god tørking før lagring. Lagringsgiften ochratoksin A forekommer derfor nå bare sporadisk og i små mengder i norskprodusert korn.

Fusarium finnes over hele verden og kan vokse på mange planter, inkludert viktige mat-planter som hvete, mais og ris. Ulike *Fusarium*-arter kan produsere en lang rad ulike giftige mykotoksiner. De fleste artene kan lage flere ulike toksiner og de fleste mykotoksinene lages av ulike *Fusarium*-arter. De ulike artene har sin egen metabolittprofil. *Fusarium* spp. er de vanligste giftproduserende muggsoppene på korn i tempererte områder, inkludert i Nord-Europa og viktige hveteproduserende områder som Nord-Amerika og Argentina.

De viktigste muggsoppgiftene som produseres av *Fusarium* i norsk korn er av typen trichothecener. Det finnes om lag 200 ulike trichothecener, men det er bare deoksynivalenol (DON), T-2 og HT-2 som regelmessig forekommer i norsk korn. Andre kan forekomme i enkelte prøver men med lav frekvens og i lave konsentrasjoner. Disse vil ikke utgjøre noen risiko verken for mennesker eller husdyr.

Forekomst i korn

Fram til nå har det i Norge stort sett vært analysert på ubehandlet korn samlet inn fra kornbøndene eller fra kornmottak før noen behandling er gjort. Veterinærinstituttet har analysert forekomst av DON, T-2 og HT-2 i korn i mange år. Resultater fra tilfeldig innsamlede prøver er oppsummert i tabell 1. Prøver som er analysert på grunn av mistanke om høye konsentrasjoner og lignende inngår ikke i datagrunnlaget. Tabellen viser at det er store variasjoner i forekomsten av *Fusarium*-gifter. De høyeste forekomstene finnes i havre. Det er stor variasjon både mellom korn fra ulike regioner og fra år til år. Dette har sammenheng med at forekomst og vekst av *Fusarium* sopp er avhengig av klimaet. Værforholdene på jordet er helt avgjørende for hvor mye *Fusarium* soppen vokser og hvor mye toksin soppen produserer. I tillegg er forekomsten av *Fusarium* påvirket av andre jordbruksmessige forhold som for eksempel kornsort, jordbearbeiding og vekstskifte.

Tabell 1. Forekomst av deoksynivalenol (DON) og summen av T-2/HT-2 i norsk korn fra 1990 - 2006.

Toksin	Kornslag	Konsentrasjon
DON	Hvete	< 20 - 2000
	Havre	< 20 - 30 000
T-2 + HT-2	Havre	< 50 - 3000

I 2008 ble det for første gang systematisk samlet inn prøver av ferdig matmel for analyse av trichothecener. DON ble påvist i samtlige prøver av ulike produkter (kli, siktet hvetemel, sammalt hvete, havregryn). Konsentrasjonene var hovedsakelig lave. Undersøkelsen er planlagt å forsette i minst 2 år til for å se på variasjon mellom år. Dataene vil etter hvert bli brukt til å beregne befolkningens inntak av DON og T-2 + HT-2 fra matvarer.

Tabell 2. Gjeldende grenseverdier for DON i kornprodukter i Norge.

Matvare	Grenseverdi (µg/kg)
Ubearbejdede kornprodukter unntatt durumhvet, havre og mais	1250
Ubehandlet durumhvet og havre	1750
Mel av korn, herunder maismel, maisgryn og grovt maismel	750
Brød, kaker, kjeks, snackprodukter basert på kornprodukter og frokostblandinger av korn	500
Pasta (tørket)	750
Barnemat og bearbejdede kornprodukter (cereal) beregnet til spedbarn og småbarn	200

Effekter av trichothecener

Trichothecener er giftig for alle dyr og også for planter. Typiske symptomer på forgiftninger med høye mengder trichothecener i forsøksdyr er oppkast og diaré (ble tidligere kalt for vomitoxin) og død ved svært høye doser. Det er sannsynlig at konsum av *Fusarium*-infisert hvet som hadde overvintret ute på åkrene i Sovjet var årsaken til sykdommen Alimentary Toxic Aleukia som tok livet av 100 000 - 300 000 mennesker i tiden 1940 - 1960. Ved inntak av lavere mengder er det først og fremst nedsatt forinntak og vekst samt forstyrrelser i immunsystemet som observeres ved de laveste dosene. Griser ser ut til å være spesielt følsomme for forinntak og nedsatt vekst, mens immunsystemet påvirkes ved lave konsentrasjoner hos alle undersøkte enkeltmagede dyr. Drøvtyggere er i stand til å avgifte trichothecener i vommen og er derfor lite følsomme. Trichothecener kan både styrke og svekke immunsystemet og motstand mot bakterieinfeksjon hos smågnavere, avhengig av dose og forsøksoppsett. Særlig DON ser ut til å kunne virke immunstimulerende ved lave doser. Det er stilt spørsmål ved om en slik stimulering av immunsystemet ved lave doser kan spille en rolle i utviklingen av autoimmune sykdommer, men dette er ikke dokumentert.

Grenseverdier

Foreløpig er det bare fastsatt grenseverdier for DON i mat. Dette er grenseverdier som er fastsatt av EU og er tatt inn i det norske regelverket. Gjeldende grenseverdier for DON i korn er oppsummert i tabell 2.

Risiko

For å si noe om risiko DON og T-2+HT-2 utgjør for den norske befolkningen må man sammenligne inntaket med fastsatte TDI (Tolerable daglige inntak). Internasjonale ekspertorganer har fastsatt slike TDI-verdier for både DON og summen av T-2 og HT-2. Den norske befolkningens eksponering for trichothecener er ikke studert i detalj. Det er ved to anledninger gjort noen estimater for befolkningens inntak av DON og summen av T-2+HT-2. Ved begge anledningene ble det gjennomsnittlige inntaket i Norge estimert til henholdsvis 30 (DON) og 50 % (T-2+HT-2) av TDI. Erfaringsmessig vil de 5 % med høyest inntak ha ett inntak som tilsvarer 2,5 - 3 ganger gjennomsnittet. Dette tyder på at de konsumentene som har det høyeste inntaket kan overstige TDI. Begge estimatene er beheftet med usikkerheter. Det er derfor behov for bedre inntaksdata for å kunne si om den delen av befolkningen som har det høyeste inntaket kan overstige TDI. En overstigelse av dette inntaket medfører ikke nødvendigvis noen helsefare, men det betyr at sikkerhetsmarginen er mindre enn det som anbefales.

Fusarium Head Blight: A Global Threat to Food Safety in Cereals

Fusarium head blight (FHB), caused by numerous species in the genus *Fusarium*, is a devastating disease of cereal crops worldwide. *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*) and *F. culmorum* are generally considered the most common pathogens of wheat and barley and occur over much of the world. Other *Fusarium* species often have a more restricted distribution, although some of these may be of primary economic importance on a regional basis such as *F. langsethia* on oat in Norway.

Ruth Dill-Macky
University of Minnesota, USA
ruthdm@umn.edu

Losses to FHB arise both from direct losses in grain yield following invasion of developing kernels by the pathogen and from indirect losses in grain quality that result from the contamination of grain by fungal mycotoxins. The potential for mycotoxin contamination in association with FHB epidemics makes this disease unique by raising food safety issues for the processors and consumers of wheat, barley and oat.

Fusarium species produce many classes of secondary metabolites including trichothecenes, modified trichothecenes, culmorins, enniatins, fusarins, fumonisins, moniliformin and zeralenone. The major focus on the food and feed safety associated with FHB in cereals has been the trichothecenes and zeralenone. Among these deoxynivalenol (DON), 3-acetyldeoxynivalenol, 15-acetyldeoxynivalenol, diacetoxysirpenol, T-2 toxin, HT-2 toxin and nivalenol have been most commonly associated with head blight in North America, with DON being the principal toxin detected. These toxins vary in their relative biological activity with DON being 10-20 times less toxic than T-2 toxin, HT-2 toxin and nivalenol. The contamination of grain with these toxins may present a hidden hazard to global human and animal health as few countries have official standards for *Fusarium* mycotoxins. By comparison other mycotoxins, such as aflatoxin, are regulated throughout most of the world.

An upsurge of FHB has occurred globally over the last two decades. The increased frequency of FHB epidemics is likely the result of the widespread adoption of conservation tillage practices that result in greater amounts of crop debris left at the soil surface. As *Fusarium* survives between cropping seasons in these

crop residues, an increased volume of plant material provide much greater primary inoculum which may initiate FHB epidemics. *Fusarium* is also associated with stalk rot of maize (*Zea mays*) and increased corn production in North America in recent years has likely also contributed to the survival of the pathogen and greater primary inoculum. Changes to global weather patterns may also have impacted the distribution of *Fusarium* spp. and the frequency and/or severity of FHB epidemics. The global increase in FHB and regional changes to *Fusarium* spp. inciting these epidemics, has in turn increased the likelihood of contamination of cereals by *Fusarium* mycotoxins and may also have changed the profile of toxins likely to be detected in a given region.

FHB is a difficult disease to control. Resistance is incomplete and difficult to introgress as it is conferred by combinations of at least several genes. Further, as infection occurs as the cereal plants are maturing, active host defense mechanisms may also be curtailed by the onset of plant senescence. The disease is difficult to control with fungicides as the application window is restricted by regulated pre-harvest withholding periods and obtaining adequate coverage of the active ingredient to morphologically complex heads is challenging. Limiting sources of primary inoculum is also problematic as it requires regional scale changes to well entrenched tillage practices.

In North America the search of resistance to FHB has revealed several promising sources of resistance and efforts to provide adequate levels of resistance have resulted in the development of commercial wheat and barley varieties with improved resistance to FHB

and/or reduced contamination with DON. Improvements have also been made in chemical control through the evaluation and identification of effective fungicides and through the development of improved application technologies. The effective use of fungicides has been further advanced by the development of disease forecasting models that provide decision aids for growers considering fungicides as a control option.

Kvalitetsvariasjoner i mathvete – årsaker og tiltak

Prosjektet "Stabil og riktig norsk mathvetekvalitet" har fremskaffet ny kunnskap om variasjon i bakekvalitet i norskprodusert mathvete, og årsakene til dette. Resultatene viser at variasjonen som er knyttet til dyrkingsmiljøet kan være stor.

Anette Moldestad¹, Anne Kjersti Uhlen^{1,2}, Ellen Møseleth Færgestad¹ og Bernt Hoel³

¹Nofima Mat, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap, ³Bioforsk Øst

anette.moldestad@nofima.no

Innledning

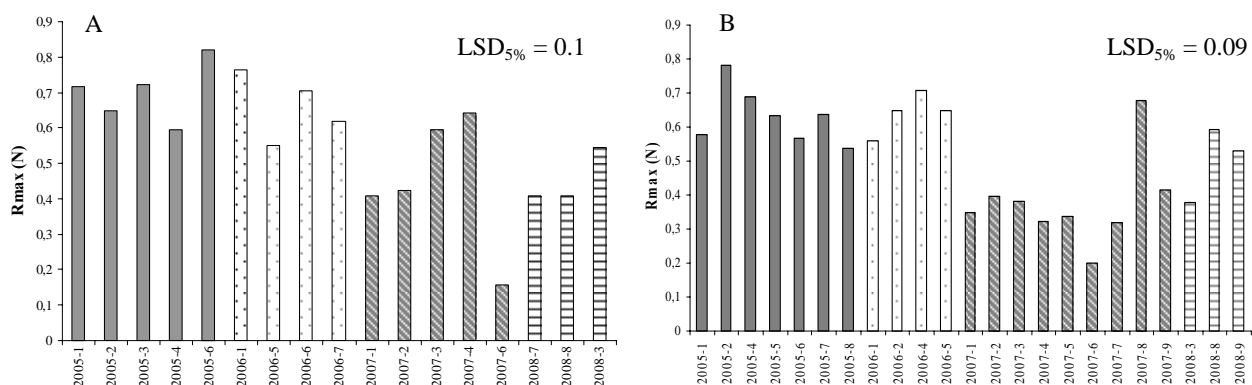
Norsk hveteproduksjon dekker en betydelig andel av innenlandsk behov for mathvete. For å opprettholde dette er det avgjørende at kvaliteten er i samsvar med industriens behov. Forskningsprosjektet "Stabil og riktig norsk mathvetekvalitet" er i avslutningsfasen. Målene for dette prosjektet har vært å frembringe kunnskap om faktorer som bidrar til variasjon i bakekvalitet av norsk hvete, for å kunne fremme effektive tiltak som vil gi mer stabil og optimal kvalitet av ulike hveteklasser.

Prosjektet er organisert som et samarbeid mellom forskingsinstitusjoner og aktører fra hele verdikjeden for matkorn i Norge. Samarbeidspartnere i prosjektet er: Bioforsk Øst Apelsvoll (prosjektansvarlig), Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM, UMB), Nofima Mat, Yara Norge, Graminor, Norske Felleskjøp, Felleskjøpet Agri, Strand Brænderi Norgesfôr, Unikorn, Fiskå Mølle Moss, Norgesmøllene, Lantmännen Cerealia, Forsøksringene, Norges Bondelag v/kornutvalget, Mesterbakeren, Bakers og Baker- og konditorbransjens lands-

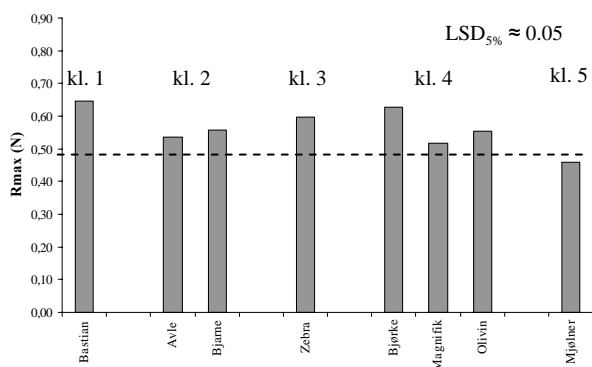
forening. Prosjektet er finansiert gjennom NFR, FFL og JA, og støtte fra samarbeidspartnerne. Prosjektet er en meget nyttig møteplass for representanter for hele verdikjeden, fra hvetedyrker til baker. Det har også vært et mål at dette samarbeidet skal bidra til økt forståelse og kompetanse om hvetekvalitet i verdikjeden, og gi kort vei til implementering av tiltak.

Variasjoner i bakekvalitet i vår- og høsthvete

Det ble i årene 2005 til 2008 samlet inn prøver fra sortsforsøk i høst- og vårhvete fra ulike lokaliteter på Østlandet. Disse prøvene er analysert for proteininnhold og falltall, og proteinkvaliteten er analysert ved Kieffer ekstensigraf av gluten. Ved denne metoden strekkes gluten ved bruk av Kieffer rig. Motstanden gluten øver mot strekking (elastisiteten) og strekkbarheten (ekstensibiliteten) registreres. Resultatene viste stor variasjon i bakekvalitet knyttet til dyrkingsmiljø (lokaliteter og år) (figur 1). I 2005 og 2006 var gluten svært elastisk, og bakekvaliteten ble vurdert som god av industrien. I 2007 og 2008 var gluten bety-



Figur 1. Bakekvalitet uttrykt som motstand gluten yter mot strekking (Rmax) for A) vårhvete og B) høsthvete. Datamaterialet er hentet fra ulike felt i tidsperioden 2005 – 2008.



Figur 2. Bakekvalitet i markedsorter av høst og vårhvete uttrykt som motstand gluten yter mot strekking (Rmax). Data er gjennomsnitt av ulike felt i 2005 - 2008. Den stiplede linjen markerer kvalitetsforskjell mellom sorter av sterk og svak hvete. De fem sorteringsklassene er indikert (kl. 1-5).

delig mindre elastisk, og bakekvaliteten ble oppfattet som svak, til dels svært svak. Resultatene viste også, som forventet, en betydelig variasjon mellom sorter (figur 2).

Den miljømessige variasjonen, knyttet til år og lokalitet, var betydelig større enn variasjoner som skyldes sorter. Men sortsvariasjonene er også signifikante, og viser klart forskjell på svak (Mjøner med gluteninene HMW-GS 2+12) og sterk (sorter med HMW-GS 5+10) hvete. Innen sterk hvete er det betydelig variasjon, som til dels følger sortenes klasseinndeling (klasse 1-4 med avtakende kvalitet), men med noen unntak. Resultatene kan gi grunnlag for revurdering av klasseinndelingen for å oppnå mer homogene klasser.

Årsaker til kvalitetsvariasjoner, og mulige tiltak for å oppnå mer stabil kvalitet

I dette prosjektet har det vært gjort undersøkelser av faktorer som kan bidra til kvalitetsvariasjoner, for å kunne sette i verk effektive tiltak i verdikjeden. Dette har omfattet undersøkelser knyttet til effekt av gjødsling med N og S, og betydning av klimatiske variasjoner i kornfyllingsperioden for glutenproteinenes oppbygning som gir variasjon i glutenkvalitet. I tillegg har det vært utført undersøkelser av kvalitetsvariasjoner som kan foreligge innenfor et skifte.

Resultatene fra feltforsøk har vist at svoveltilgangen har betydning for bakekvaliteten, og kan være en kilde til variasjon. I høsthvete på sandjord og i Trøndelag ble det betydelig avlingsnedgang og klart svakere proteinkvalitet (målt som spesifikk SDS) dersom det ikke ble gjødslet med svovel. I felt på leirjord på Østlandet var det ikke avlingsutslag for S-gjødsling,

men også på disse feltene ble proteinkvaliteten svakere uten S-gjødsling. Tilførsel av 1,2 kg S per daa på våren har vært tilstrekkelig for å sikre kvaliteten. Prosjektet har gitt grunnlag for gjødselanbefalinger som kan redusere kvalitetsvariasjoner.

Kvalitetsvariasjoner innen felt er undersøkt ved å analysere korn hentet fra ulike plasser innen høstveteskitter der dyrkingsteknikken har vært den samme på hele skiftet, altså ingen forsøksbehandlinger. Det er påvist betydelige kvalitetsvariasjoner innen skifter. Proteininnholdet varierer mye innen enkelte felt, men det er også eksempler på variasjoner i sammensetningen av glutenproteiner.

Dataene fra feltforsøkene (figur 1) er supplert med klimadata for hvert enkelt felt. Variasjonene i proteinkvalitet mellom år, og til dels også mellom felt, er i stor grad sammenfallende med variasjoner i lufttemperatur i kornfyllingsfasen. År med lavere temperatur i kornfyllingsfasen (2007 og 2008) har gitt svakere hvete enn år med høyere temperatur (2005 og 2006). Dette har blitt bekreftet også gjennom forsøk i veksthus med kontrollert lufttemperatur gjennom kornfyllingsfasen. Variasjoner i såtid, og også i tidlighet hos ulike sorter, kan gi varierende klimaforhold i kornfyllingsfasen. Resultatene tyder på at dette kan være en viktig årsak til variasjoner i kvalitet som vi ikke har tatt i betraktning tidligere.

Konklusjon

Resultatene fra årene 2005-2008 viser at det har vært en betydelig variasjon i bakekvalitet i norsk hvete som skyldes både sort og variasjon i dyrkingsmiljø. Variasjonen er av en slik art at den kan være kritisk for bruken av norsk hvete til mat og det er viktig å fokusere på tiltak for å redusere denne. Temperaturen i kornfyllingsfasen kan være en viktig årsak til variasjon. I prosjektet er det samlet inn et verdifullt datamateriale som vil kunne kaste lys på hvordan klimaet påvirker kvaliteten, og ut fra dette vil man kunne gi råd om hvordan man best mulig kan sikre jevn kvalitet.

Temperaturbegrensninger for blomstring i jordbær og bringebær

Det er en vanlig oppfatning blant bær dyrkere at relativt lav høst-temperatur er gunstig for rik blomsterdanning hos jordbær og bringebær. I ei tid med klimaendringer, er det derfor mange som spør om hvordan de milde høstene vi har hatt i det siste, påvirker blomstring og avling. Vi har i de seinere åra studert blomstring hos arter og sorter av jordbær og bringebær under kontrollerte klimaforhold, og kan nå langt på vei forklare fysiologiske særtrekk for blomstringen hos disse artene, og derigjennom peke på fordeler og begrensninger for dyrkingen under endrede temperaturforhold. Hovedkonklusjonen blir, at mens mildere høster vil være en fordel for blomsterdanningen hos våre vanlige jordbærsorter, og for høstbærende bringebær, vil dette virke negativt og føre til seinere blomsterdanning hos to-årige bringebærsorter.

Anita Sønsteby¹, Unni Myrheim¹ og Ola M. Heide²

¹Bioforsk Øst, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap
anita.sonsteby@bioforsk.no

Blomsterdanning hos engangsbærende sorter av jordbær

Blomsterdanningen hos jordbærplanter er styrt av daglengde og temperatur. De vanlige engangsbærende sortene trenger kort dag (KD) for å danne blomsteranlegg i temperaturområdet 15-25 °C. Ved høyere temperatur uteblir blomstringen uansett daglengde, mens mange sorter danner blomster i både lang dag (LD) og KD når temperaturen er under ca 15 °C. Evnen til å danne blomster i LD varierer imidlertid mellom sortene og er mest utpreget hos tidlige sorter som 'Glima', 'Jonsok' og 'Zefyr'. Sorter som 'Elsanta' og 'Korona' mangler derimot denne egenskapen selv ved temperatur så lav som 9-12 °C (Sønsteby & Heide 2006, Verheul *et al.* 2007). Spørsmålet om hva som er optimal temperatur for KD-induksjon har vært studert i mange forsøk og med ulike sorter.

I et forsøk under kontrollerte klimaforhold, ble sortene 'Florence', 'Frida' og 'Korona' dyrket ved nattemperaturer på 9, 12, 15 og 18 °C, og optimal dagtemperatur på 18 °C (Sønsteby & Heide 2008a). Både dag- og nattperioden var på 12 timer, og to behandlingstider på 3 og 5 uker ble brukt. Etter endt behandling ble alle planter dyrket ved 21 °C i 24-timers LD til forsøket ble avslutta. Resultata bekrefter tidligere undersøkelser og viser at den optimale temperaturen for KD-indusert blomsterdanning hos våre vanlige jordbærsorter er så høy som 17-18 °C. Derimot viser resultata at det er betydelig forskjell i temperaturkravet hos ulike sorter. En sort som 'Fri-

da', som er utvalgt under kjølige temperaturforhold i Norge, reagerte raskt på KD-behandling og hadde lavere temperaturkrav enn de to utenlandske sortene. Videre er det mye som tyder på at treg KD-reaksjon og høyt temperaturkrav hos 'Florence' er viktige årsaker til sein blomstring og modning generelt og sortens lave avlinger i nord og i innlandsområder med tidlig og kjølig høst. Konklusjonen blir derfor at 'Florence' er dårlig tilpasset områder med kjølig og raskt avtakende høsttemperatur. Dekking med fiberduk i september og oktober for å heve temperaturen i disse høstmånedene, vil generelt virke gunstig på blomsterdanningen hos jordbær. Vi har videre erfart at for å kunne lage gode produksjonsklare planter her hos oss, synes det nødvendig å heve temperaturen under blomsterknopp-danningen, f. eks ved å ta plantene inn i veksthus fra begynnelsen av september.

Blomsterdanning hos remonterende sorter av jordbær

Mens blomstringen hos de vanlige engangsbærende sortene har vært gjenstand for omfattende undersøkelser og er kjent for å være indusert av kort dag, har det vært betydelig forvirring i litteraturen om daglengde-reaksjonen for de flergangsblostmønde (remonterende) sortene. Vi har imidlertid kunnet fastslå at danningen av blomsterknopper hos disse sortene er indusert av langdags-forhold (Sønsteby & Heide 2007a, b). Ved høy temperatur (> 25 °C) er disse plantene obligatoriske LD-planter, mens de ved midlere temperaturer (15 - 20 °C) også vil blomstre

under KD-forhold, men da er blomstringen sterkt forsinket. Ved lave temperaturer (< 10 °C) er imidlertid også disse sortene dagnøytrale i likhet med flere av de engangsbærende sortene. Med sin markerte langdags-reaksjon er de flergangsbærende jordbær-sortene særdeles godt tilpasset våre lange, nordlige sommerdager. Selv ved dyrking i tunnel er det heller ingen problem med at temperaturen blir for høy om sommeren her hos oss. Ved dyrking i veksthus i England, og ved frilandsdyrking i visse områder i USA der temperaturen kan bli svært høy i sommermånedene, er derimot dette et problem ved at blomstringen stopper opp i varme perioder. I begge tilfelle er det kombinasjonen av høy temperatur og daglengde som ligger nær eller under den kritiske daglengden på ca 15 timer, som synes å være årsaken til dette problemet. På grunn av den dagnøytrale blomstringen ved lav temperatur, vil også de flergangsbærende sortene danne blomster utover høsten, og overvintrer med ferdig dannede blomsteranlegg. De har derfor vist seg å være like tidlige som de vanlige engangsbærende sortene. Fordi de stadig danner nye blomsterstander gjennom hele sommeren, har de den fordel at de kan plantes så seint som i september og enda gi full avling året etter. De kan også plantes i mai og enda gi en god sommer- og høstavlning.

Blomstring hos toårige bringebær ('Glen Ample')

Bringebærplanta er en halvbusk med kortlevde treaktige skudd på et flerårig rotsystem. Hos de vanlige sortene lever skudda i to år, og hvert skudd gjennomgår en livssyklus som er nøye regulert av og synkronisert med årstidsvariasjonen i klimaet igjennom året; med vegetativ vekst, blomsterdanning og -utvikling, så vel som indusering og bryting av knoppkvile. Alle resultatene viser at blomstrings- og kvile-induksjon i bringebær er kontrollert av samspillet av kort dag og lav temperatur, og at begge prosesser skjer samtidig og parallelt (Sønsteby & Heide 2008b). Ettersom ingen av disse prosessene finner sted ved temperatur over 15 °C uansett daglengde, er temperaturen en helt avgjørende klimafaktor for denne type bringebær. Ved denne temperaturen (15 °C) er kort dag (≤ 15 timer) helt nødvendig for blomstrings- og kvile-induksjon, mens begge deler skjer uavhengig av daglengden ved 9 og 12 °C. Dette betyr at på Østlandsområdet skjer blomsterdanning normalt i slutten av august/begynnelsen av september. Relativt lav temperatur tidlig på høsten og over en lang periode slik vi har det hos oss, synes særlig gunstig for rik blomsterdanning

og avling hos 'Glen Ample'. Forsøk har vist bl. a. at minimum 5 uker ved låg temperatur og kort dag er nødvendig for en fullstendig blomstringsinduksjon.

Blomstring hos ettårige bringebær ('Polka')

Hos de såkalte høstbærende bringebær-sortene, der skudda lever bare ett år, er det ingen krav om lav temperatur for danning av blomster, og disse sortene blomstrer derfor villig ved temperaturer opp til 30 °C. Men ved lave temperaturer vil en stor andel av knoppene induseres til kvile og ikke bryte før etter en periode med kjøling. Resultatet er planter der bare noen få knopper i toppen vil bryte, blomstre og gi avling. For å få ei god avling under våre klimaforhold, bør derfor hele kulturen skje ved temperaturer over ca. 18 °C (Sønsteby & Heide 2009).

Referanser

- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2006. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. *Sci. Hort.* 110:57-67.
- Verheul, M.J., A. Sønsteby & S.O. Grimstad. 2007. Influences of day and night temperature on flowering of *Fragaria x ananassa* Duch. cvs. Korona and Elsanta. *Sci. Hort.* 112:200-206.
- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2007a. Quantitative long-day flowering response in the perpetual-flowering F1 strawberry cultivar Elan. *J. Hort. Sci. Biotech.* 82:266-274.
- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2007b. Long-day control of flowering in everbearing strawberries. *J. Hort. Sci. Biotech.* 82:875-884.
- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2008a. Temperature responses, flowering and fruit yield of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. *Sci. Hort.* 119:49-54.
- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2008b. Environmental control of growth and flowering of *Rubus idaeus* L. cv. Glen Ample. *Sci. Hort.* 117:249-256.
- Sønsteby, A. & O.M. Heide. 2009. Effects of photoperiod and temperature on growth and flowering of the annual (primocane) fruiting raspberry cv. 'Polka'. *J. Hort. Sci. Biotech.* (sendt).

Guttasjon kontra kalsiummangel og tipburn i jordbær

Guttasjon og tipburn er synlege resultat av to ulike fysiologiske prosessar i jordbærplanta. Guttasjon er symptom på at planta får nok vatn og kalsium, og dette oppstår når det er varmt og fuktig. Tipburn er symptom på fysiologisk kalsiummangel og oppstår som regel om våren når det stor fordamping og kald jord.

Aksel Døving
Bioforsk Økologisk
aksel.doving@bioforsk.no

Guttasjon

Guttasjon er utskiljing av plantesaft frå hydatodar hos enkelte planteartar. Guttasjon kan ein sjå som væskedropar i bladrandar helst om natta eller tidleg om morgonen. Det er grovt sett to drivkrefter som er med å transporterar vatn i planta; rottrykket og fordampinga. Når fordampinga er lita vil rottrykket vere dominerande og kan skape eit svakt overtrykk i planta, dette overtrykket vil så presse plantesaft utover i karstrengane og ut gjennom hydatodane.

Hydatodane er ein slags spalteopningar som ein normalt finn i bladrandar eller bladtaggane. Dei ligg som regel i enden av karstrengane, medan spalteopningane er fordelt over bladflata. I motsetnad til spalteopningane manglar hydatodane ei opne- og lukkemekanisme og er opne heile tida. Spalteopningane skil som oftast ut reint vatn i form av damp, medan hydatodane i hovudsak skil ut plantesaft i flytande form. Plantesafta skilt ut frå hydatodane kan innehalde næringsstoff, protein eller liknande. Vatn skilt ut frå spalteopningane er resultat av fordamping, medan plantesaft skilt ut frå hydatodane er resultat av rottrykket. Det er registrert guttasjon opp til 10 m over bakkenivå, høgare opp vert rottrykket for svakt til å gi overtrykk i planta. Som regel er det mest guttasjon hos unge blad. Hos eldre blad vert hydatodane tetta fordi peroksidase i plantesafta fører til at det vert danna eit seigt stoff som liknar kvae i bartre eller gummiflod hos steinfrukt. Hydatodane er vidopne på unge blad, men vert tetta på eldre blad. Dette tydar altså på at dei har ein funksjon i unge blad, men ikkje i eldre. Unge samanfaldar blad har som regel svært lita fordamping og dermed liten væsketransport, men samtidig er dette ungt vev som er i sterk vekst og har bruk for vatn og næring. Kalsium er avhengig av

passiv transport og er lite mobilt i planta. I plantevev utan fordamping må planta ty til andre strategiar for å få kalsium ut i alle delar av vevet. Rottrykket er drivkrafta som gir overtrykk og hydatodane slepper ut overflødig væske, dette skaper væsketransport og "blodsirkulasjon" gjennom plantedelar utan fordamping.

Beste vilkår for å få guttasjon er ved høg luftfuktigheit, varm jord, fuktig jord, lavt saltinnhald i jorda. Høg luftfuktigheit hemmar fordampinga. I varm jord er vatnet meir lettflytande og saman med nok tilgjengeleg vatn gjer det at planta lettare tek opp vatn. Høgt saltinnhald i jorda hemmar vassopptaket i planta på same måte som tørke. Guttasjon seier mykje om væskebalansen i planta og kan brukast til å vurdere vatningsbehovet.

Tipburn

Tipburn er symptom på fysiologisk kalsiummangel. Symptoma viser seg først som vasstrekt vev i spissen på dei samanfaldar blada. Vevet vil verte brunt og tørke inn, det brune inntørka vevet har ofte ei skarpt avgrensa, nesten rett linje mot friskt vev. I enkelte tilfelle kan heile blad tørke inn, og også bladstilkar og utløparstenglar kan få brune inntørka flekkar.

Årsaka til fysiologisk kalsiummangel er dårleg opptak og fordeling i planta, og ikkje dårleg tilgang på næringsstoffet i jorda. Mangelen oppstår når blada er under utvikling og før dei er utfolda. Tipburn oppstår som oftast tidleg om våren før dei nye blada foldar seg ut, og symptoma vert derfor synlege litt seinare. Ofte er vilkåra for utvikling av tipburn til stades berre ein kort periode, og ein får då symptoma berre på eit blad på kvar sidekrone i planta. Det er mange og

samansette årsaker til at slik lokal kalsiummangel oppstår om våren.

Jordtemperaturen er ofte låg om våren, dette reduserar rottrykket. Ved låge temperaturar er vatnet vesentleg meir tregtflytande, dermed er det mindre tilgjengeleg i jorda og opptaket går seinare. I kald jord er celleveggar og cellemembranar i planterøtene mindre gjennomtrengelige. Låge temperaturar reduserer også rotveksten, og plantene er avhengige av å ha nye friske røter og rothår heile tida for opptak av vatn og kalsium. Totalt sett er aktiviteten i planterøtene låg i kald jord, samtidig som det kan vere varmt i lufta og dermed stor aktivitet i overjordiske plantedelar.

Om våren er det ofte låg luftfuktigheit både dag og natt. Transpirasjonen vil då vere så stor og dominerande i høve til rottrykket at alt vatnet forsvinn ut gjennom spalteopningane på dei store utfolda blada. På den måten vert det lite vatn og dermed også lite kalsium til bladanlegg som ligg skjult og har liten eller ingen transpirasjon. Utover våren og sommaren aukar kalsiuminnhaldet i planta med stigande temperatur. I veksthusforsøk er det vist at høg luftfuktigheit om natta gir auka guttasjon og høgare kalsiuminnhald i unge blad.

Den yngste og friskaste delen av røtene har flest friske rothår, desse er avgjerande for opptak av vatn og kalsium til planta. Planta er derfor avhengige av ein kontinuerleg rotvekst for å halde vassopptaket ved like. Tidleg om våren har jordbærplanta mest gamle røter utan rothår, desse kan i tillegg ha vore utsett for vinterskade.

Høgt saltinnhald i jorda vil hemme opptaket av kalsium. På felt med god næringstilstand vil ofte jordbærplantene vere mørkegrøne og frodige, og gi god avling trass i symptom på kalsiummangel. Høgt innhald av andre kationar som kalium, magnesium og ammonium hemmar opptaket av kalsium. Vatning reduserer saltinnhaldet i jorda.

Kalsiuminnhaldet i bladanlegg i jordbær er lågt og det går ned framover mot bladsprett, for deretter å auke kraftig på grunn av større transpirasjon. Det svært låge kalsiuminnhaldet i bladanlegg særleg i tida like før bladsprett, viser at dette er perioden då bladet har lettast for å få skade av kalsiummangel. Auka opptak av kalsium i blada etter at dei er utfolda

vil rette opp mangelen i friskt vev, men kan ikkje reparere skadd vev.

I veksthus har ein betre styring med klimaet og det vert gjerne brukt andre vekstmedium som gir høve til betre kontroll med gjødsling, pH og ledetal. Tipburn på jordbær i veksthus kjem som regel av for høgt ledetal, då høgt ledetal hemmar opptaket av kalsium. For å unngå tipburn vert det tilrådd relativt lågt ledetal. Ved veksthusdyrking er det tilrådd ledetal på 0,5-1,8 i vatningsvatnet og 0,5-0,7 i vekstmediet, lågaste tala etter planting. For lågt ledetal kan gå utover fastheit i bæra. Høg luftfuktigheit om natta i veksthus har gitt høgare kalsiuminnhald i unge blad, det samsvarar med det som er vist for friland ovanfor.

Kalsium spelar ei viktig rolle for strukturen i celleveggar og membranar. Forsøk har vist at bær med høgt kalsiuminnhald er meir haldbare, men verknaden av tilføring av kalsium f eks bladgjødsling har hatt liten og usikker effekt på kvalitetsegenskapar i jordbær. Kalsiuminnhaldet i bæra er på liknande måte som i blada avhengig av opptaket.

Tiltak mot kalsiummangel er vanskeleg. I mange tilfelle vil det hjelpe å redusere gjødslinga særleg av ammonium, magnesium og kalium. Vatning kan også hjelpe, det er ofte tørke tidlegare på våren enn ein reknar med. Dekking med fiberduk verkar fordi det hevar temperaturen og luftfuktigheita. I veksthus er det enkelt å heve luftfuktigheita om natta og senke ledetalet. I avgrensa veksemedium kan gjødselmengde og ledetal lett regulerast. Bladgjødsling kan verke, men det kan vere vanskeleg å få effekt på dei samanfolda blada. Skadd vev vert dessutan sjeldan reparert. Uansett om kalsiummangel er eit problem eller ikkje, er det ein fordel å kjenne årsakssammenheng.

Nye jordbærsortar - resultat og vurdering av sortane

Det vert stilt mange krav til nye jordbærsortar. Dei viktigaste er avling, smak, bærstorleik, resistens mot skadegjerarar og modningstid. Jordbærsesongen er svært kort, og vi treng både betre tidlege og seine sortar. I tillegg til dei vanlege sortane, vert interessante sortar med svært lang blomstring- og haustetid prøvde.

Arnfinn Nes¹, Anita Sønsteby¹, Unni Myrheim¹, Hans G. Espelien¹ og Jørn Haslestad²

¹Bioforsk Øst, ²Forsøksringen Bær Oppland og Hedmark
arnfinn.nes@bioforsk.no

Det er lenge mellom kvar gong verdfulle, nye jordbærsortar vert funne og tekne i bruk i stort omfang. "Korona" har vore viktigaste sorten i lang tid, og sjølv om han mange feil og svake eigenskapar, har vi ikkje funne nokon som kan erstatta denne sorten fullt ut enno. Det har vore prøvd nær 50 nye sortar i forsøk sidan tusenårsskiftet. Sortane Frida og Florence har vorte tekne ein del bruk i denne perioden, men vi må alltid vera på leiting etter betre sortar.

Remonterande sortar

I tillegg til dei vanlege sortane har det siste åra vore prøvd fleire monterande sorter som er langdagsplanter og difor godt tilpassa våre lange og lyse sommar dagar. Desse sortane har stort avlingspotensiale og modnar gjennom ein lang sesong. Ved Bioforsk Kise vart 'Korona' samanlikna med sju slike sortar i 2006 og 2007 (tabell 1). Feltet vart planta i plasttunnel tidleg i september 2005 ved Bioforsk Kise, og alt andre året vart det hausta meir enn 800 gram pr plante for den beste sorten i ein sesong som vara frå 18. juni til 15. oktober.

Medan 'Korona' gav svært lita avling første året og langt meir året etter, hadde dei fleste monterande sortane størst avling første året etter planting. Sorten Everest var best - og hadde særleg stor avling andre året. Eit par av sortane hadde akseptabel smak, men kvaliteten var jamt over for svak. Vi treng difor betre monterande sortar før dei kan koma i vanleg bruk hjå oss.

Vanlege sortar

Etter rensing og oppformeining av plantematerialet, vart det planta nytt sortsforsøk med 14 heilt nye og tre kjende jordbærsortar på Kise hausten 2005. Det er nytta blokkforsøk med to gjentak og 25 planter pr forsøksrute. Feltet vart stelt etter vanleg god praksis med omsyn på gjødsling, vatning og planteverntiltak. Det vart dekkja med fiberduk om vinteren og bænot for å hindra fugleskade i haustesesongen. Viktigaste resultatane er presenterte i tabell 2.

Første sommaren var det lita avling og systematiske registreringar vart først gjennomført sommaren 2007.

Tabell 1. Avling (g/plante), sorteringsresultat (%), bærstorleik (g/bær) og utløparar (tal/plante) for Korona og monterande jordbærsortar dyrka i bakken under plasttunnel ved Bioforsk Kise i to år.

Sort	Avling		< 25 mm		25- 30 mm		> 30 mm		Bærstorleik		Utløparar	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Korona	72	535	13	37	26	28	61	35	16,8	10,3	42,7	41,5
Everest	729	844	25	26	32	45	43	29	12,0	8,6	0,8	0,7
Flamenco	563	491	30	29	36	35	35	36	10,3	10,0	11,1	12,9
Rita	709	337	61	75	28	22	11	3	6,0	5,0	9,2	8,2
Rondo	547	388	29	27	31	33	40	40	12,0	11,1	10,3	17,1
Ridder	639	574	32	33	31	32	37	34	9,5	10,2	4,5	10,5
Rosa	663	149	39	45	33	34	28	21	8,5	7,2	5,3	9,3
Elan	635	542	42	34	33	38	25	28	9,1	9,0	6,1	2,9

Tabell 2. Totalavling (kg/daa), bærstorleik (g/bær), sorteringsresultat og rote (%) og smak (poeng) hjå 17 jordbærsortar dyrka på friland ved Bioforsk Kise. Resultat frå 2007.

Sortar	Totalavling	Bærstorleik	Sorteringsresultat			Rote	Smak
			< 25 mm	25 - 30 mm	> 30mm		
Korona	1393	12,6	9	28	63	13	7,0
Frida	1879	16,9	2	32	66	26	4,7
Carisma	1109	12,9	11	52	37	34	-
Cifrance	786	11,8	5	30	65	2	5,2
Filan	1960	13,8	4	32	64	20	-
Granda	2103	25,2	1	32	67	30	-
Madeleine	1275	20,4	2	21	77	14	4,1
Marlate	1099	16,2	6	56	38	44	-
Nadine	1650	17,3	2	24	74	14	-
Patty	1647	18,6	2	14	84	5	-
Rosie	496	13,9	7	21	72	1	-
Dania	1500	13,5	4	29	67	16	3,7
Kent	1484	13,0	6	22	72	66	-
Pegasus	1380	13,4	6	19	75	6	4,8
Rebekka	1313	10,4	11	33	56	12	-
Florence	1524	16,3	3	37	60	29	4,0
Sonata	1534	14,6	3	20	77	10	4,2

Då vart forsøket hausta tre gonger for veka frå 27. juni til 10. august - til saman 16 gonger. Avling, bærstorleik, sorteringsresultat og rote vart registrert ved kvar hausting. Smak og skade av soppsjukdom vart registrert ein til to gonger og tal utløparar tre gonger i vekstsesongen.

Totalavlinga var middels for dei fleste av sortane, men det var uvanleg mykje rotne bær hjå dei fleste, så salsavlinga vart betydeleg redusert hjå fleire sortar. I tillegg til bærstorleiken i gram pr bær, vart heile avlinga sortert etter storleik. Bær med diameter mindre enn 25 mm er ikkje rekna som salsavling.

Smaken på bæra er viktig, og det vart gjennomført kvalitetsvurdering og smaking av dei mest interes-

sante sortane ein gong midt i sesongen. Det var 11 deltakarar som gav poeng for viktige eigenskapar ved bruk av poengskala 1 - 9 der 5 poeng vart rekna som nedre grensa for akseptabelt. 'Korona' fekk mest poeng og få av dei nye vart vurdert som særleg gode.

Både mjøldogg og andre bladsoppar kan redusere dyrkingsverdien i jordbær. Synleg åtak av mjøldogg vart registrert midt i hausteperioden og ei veke ut i september. Ingen av sortane vart vurdert heilt frie for åtak, men det var til dels store variasjonar. 'Korona' hadde kraftig åtak av jordbærøyeflekk (*Mycosphaerella fragariae*) og skilde seg ut med mest bladsjukdomar.

Utfordringer i bærproduksjonen

Bærproduksjonen i Norge er relativt beskjeden, men har markedsmessig stor verdi. I fremtiden vil fokus på bærekvalitet øke, og konkurransen fra importbær vil bli sterkere. Klimaendringer vil kunne ha negative effekter på bærproduksjonen.

Jon Anders Stavang
Bioforsk Vest
jon.anders.stavang@bioforsk.no

Konsumet av bær øker markant i Norge, hovedsakelig på grunn av økt import utenfor den norske hoveds-esongen. Jordbær er den desidert største bærkulturen, men bringebærproduksjonen er i rask vekst. Jordbær og bringebær er høykostvarer pga deres høye produksjonskostnader, relativt strenge klimakrav, svært dårlige holdbarhet og markedets krav til smak og aroma. Tidligere var smak og holdbarhet de viktigste faktorene når man definerte kvalitet på bæra, men økt fokus på helse og innholdstoffer har gjort at bærekvalitet nå også blir vurdert fra dette perspektivet. Bær omtales som smakfulle "helsebomber", og forventet positiv helseeffekt er medvirkende til deres gode salgbarhet og voksende markedsandeler i frukt og grønt sektoren. I Norge er noen få sorter av jordbær og bringebær dominerende, og sortsutviklingen er krevende pga strengt klima. Dermed er det av avgjørende viktighet at vi, for å være konkurransedyktige overfor importbær, klarer å få ut det beste av de kultivarene vi til enhver tid bruker i produksjonen.

Tunellproduksjon er en ny driftsform som blir stadig mer populær, spesielt i bringebærproduksjonen, og denne produksjonsformen gir bedre kontroll med dyrkingsmiljøet. Viktige dyrkingsfaktorer som temperatur, lys, vanning, luftfuktighet og gjødsling er faktorer som helt eller delvis lar seg kontrollere i tunell. Men denne produksjonen krever også bedre planteforståelse og gartnerkunnskap hos produsentene.

Det meste av arbeidet som er nedlagt for å bedre bærekvalitet har vært tradisjonelt foredlingsarbeid for å utvikle nye sorter. Det siste tiåret har moderne bioteknologi kommet inn som et foredlingsverktøy som dramatisk bidrar til å bedre presisjonen i foredlingsarbeidet. Men det er ikke bare genetikk som bestemmer sluttkvaliteten til bæra, dyrkingsforholdene har også mye å si.

Det er påfallende hvor lite kunnskap vi har om hvordan klimafaktorer og agronomiske tiltak påvirker indre og ytre kvalitet, og lagringsegenskaper hos bær. I forhold til verdens mest studerte plante, modellplanten vårskrinneblom, ligger kunnskapsutviklingen om jordbærplantenes grunnleggende fysiologi anslagsvis 20 år etter. Enda verre står det til med fysiologikunnskap i bringebær og de andre bærkulturene. Det er grunn til å tro at mangel på grunnleggende kunnskap om voksekraft, blomsterinitiering, gjødsling og overvintringspotensial til jordbær og bringebær resulterer i suboptimal dyrkingspraksis, som igjen gir oss mindre avlinger enn man potensielt kan få. Med de forestående klimaendringene som bakteppe, er det særlig viktig å få en bedre forståelse av hvordan milde vintre sannsynligvis vil øke frostskadefrekvensen hos jordbær og bringebær, ved at vinterhvilen brytes for tidlig. Bioforsk ønsker å bidra til en ekspansiv norsk bærproduksjon ved å koble kunnskap om genetikk, klima og produksjonsteknikk til plantevekst, avling, skadegjørere og kvalitetsegenskaper for bær. Målet er å sikre en bærekraftig norsk produksjon av kvalitetsbær til konsum og industri.

Kan vi varsle gråskimmel i jordbær?

Sprøyting basert på modellar som varsler fare for infeksjon av gråskimmel har vore samanlikninga med rutinesprøyting, og resultatata så langt viser at sprøyting etter varsel kan gi like god effekt som tradisjonell sprøyting.

Håvard Eikemo og Arne Stensvand
Bioforsk Plantehele
haavard.eikemo@bioforsk.no

Innleiing

Gråskimmel er årsaka av soppen *Botrytis cinerea* som kan angripa alle overjordiske plantedelar hjå jordbær. Den viktigaste årsaka til gråskimmel på bæra er infeksjon gjennom blomane, som er mottakelege etter at dei har opna seg. Soppen ligg latent i blomane og veks seinare ut i bæret når det er fuktige tilhøve. Både infeksjon og utvikling av røte vert fremja av høg relativ luftråme eller periodar med fritt vatn. Tiltak som betrar luftsirkulasjonen og gir raskare oppturking etter nedbør og doggfall vil redusera angrepet av gråskimmel. Det er vanleg med 3 til 5 rutinesprøytingar med kjemiske mellom bløming og hausting. Dei siste åra har vi testa ut to modellar som predikerer fare for infeksjon av gråskimmel i jordbær. Begge modellane har vore brukte til sprøyting etter varsel, altså etter

at infeksjonen har skjedd. Vi har nytta Switch (cyprodinil + fludioksinil) til slik sprøyting, fordi det har ein kurativ effekt mot gråskimmel.

Ohio-modellen. Denne modellen har vore testa i Noreg gjennom Bioforsk sitt varslingsystem VIPS i fleire år. Modellen baserer seg på timar med fritt vatn som er nødvendig ved ulike temperaturar for eit gitt nivå av infeksjon (Bulger *et al.* 1987).

East Malling- modellen (BOTEM). BOTEM baserer seg på vassmengda i lufta ("metningsdefisiten"), temperatur om natta og nedbør (Xu *et al.* 2000). Modellen estimerer infeksjon i blomar, og frå det kor sannsynleg det er å få infeksjon i bær.

Tabell 1. Prosent bær med gråskimmel i forsøk med sprøyting etter varsel. Kvart tal er basert på 4-6 haustingar og er gjennomsnitt av 4 ruter.

Stad/år ^c	Ubehandla % GS ^b	Normal		Ohio- modellen		East Malling- modellen	
		Spr ^a	% GS	Spr	% GS	Spr	% GS
Kvelde 2001	39,2 a	2	6,3 b	2	12,1 b		
Kvelde 2002	11,7 a	4	4,3 b	3	3,9 b		
Kvelde 2003	21,7 a	4	0,7 b	1	5,3 b		
Sandane 2002	16,9 a	4	1,8 a	3	11,8 a		
Sandane 2003	39,0 a	4	6,5 b	4	5,4 b		
Valldal 2001	69,9 a	4	18,3 c	2	27,3 b		
Valldal 2002	30,3 a	4	2,9 b	3	7,1 b		
Valldal 2003	6,6 a	4	0,4 b	3	0,3 b		
Valldal 2006	18,1 a	4	2,7 b	2	5,2 b	1	5,9 b
Valldal 2007	6,7 a	4	0,5 b	2	1,9 a	1	2,5 a
Valldal 2008	29,5 a	4	2,4 c	3	2,8 c	1	10,7 b
Kise 2006	14,2 a	4	6,5 a	1	10,8 a	1	17,9 a
Lier 2006	42,1 a	4	17,7 b	0	43,6 a	0	33,1 a
Lier 2007	48,4 a	3	24,8 a	0	29,4 a	1	33,4 a
Lier 2008	3,2 a	4	1,8 b	0	3,7 a	1	2,6 a

^a Tal sprøytingar i dei ulike behandlingane

^b Prosent bær med gråskimmel. Ulike bokstaver (a, b, c) indikerer signifikante skilnadar mellom handsamingane innan stad/år ($P \leq 0,05$).

^c Kvelde (Vestfold), Sandane (Sogn og Fjordane), Valldal (Møre og Romsdal), Lier (Buskerud).

Desse to modellane har vore samanlikna med normalt sprøyteprogram, dvs. 2 sprøytingar med Switch og 2 med Teldor (fenheksamid), og usprøyta ruter på fleire lokalitetar over fleire år. I 2001 til 2003 vart Ohio-modellen testa tre ulike stader, medan begge modellane vart testa to stader frå 2006 til 2008. Klimastasjonar plasserte på forsøksstadane samla inn vêrdata. Sprøyting etter varsel (med Switch) vart gjort innan 48 timar etter varsel om infeksjon. Forsøka var lagt opp som randomiserte blokkforsøk med 4 gjentak. Det vart hausta 4-6 gonger frå kvart felt, frå og med begynnande hausting. Kilo friske bær og tal rötne og friske bær vart notert for kvar rute ved kvar hausting. Det er berre prosent rötne bær som er tatt med i resultatane her.

Resultat

I 12 av 15 tilfelle var det ikkje signifikant skilnad mellom sprøyting basert på Ohio-modellen og rutinesprøyting, og tilsvarande tal for East-Malling-modellen var 4 av 7. Tal sprøytingar vart redusert med inntil 4. Der det ikkje vart sprøyta i det heile eller berre ein gong basert på varslingsmodellane, var ikkje resultatet alltid tilfredsstillande. I 2008 vart East-Malling-modellen justert slik at ein la inn ei rutinesprøyting ved 30% bløming viss det ikkje hadde gått varsel. Ein ser på resultatane frå Valldal at dette har gitt god effekt, og også i Lier vart prosent bær med gråskimmel

redusert på grunn av denne eine sprøytinga. Desse resultatane stemmer godt overeins med ein tidlegare test av modellar for varsling av gråskimmel i jordbær (Van Laer *et al.* 2005).

Standard måling av bladluft 2 meter over bakken kan gi eit feil bilete av fukttilhøva i ein jordbæråker, og annan plassering av fuktensoren eller andre krav for startning/stopping av modellane bør vurderast. På lengre sikt bør ein også vurderast å inkludera førebyggjande sprøyting basert på vêrvarsel. Dette vil føre til at ein kan bruka fleire ulike kjemiske middel i staden for å basera seg berre på eit eller nokre få kurative middel, og dermed redusera sjansen for resistens hjå patogenet.

Referansar

- Bulger, M.A., M.A. Ellis & L.V. Madden. 1987. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. *Phytopathology* 77:1225-1230.
- Van Laer, S., K. Hauke, P. Meesters & P. Creemers. 2005. Botrytis infection warnings in strawberry: reduced enhanced chemical control. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 70(3):61-71.
- Xu, X., D.C. Harris & A.M. Berrie. 2000. Modelling infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. *Phytopathology* 90:1367-1374.

Ny kunnskap om mjøldogg i jordbær

Mjøldogg (*Podosphaera macularis*) er ein viktig sjukdom i jordbær og ser ut til å verta eit aukande problem med meir dyrking i plasttunnelar. Denne artikkelen omhandlar nokre resultat frå eit 4-årig prosjekt om jordbærmjøldogg finansiert av Forskningsrådet.

Arne Stensvand¹, Maria Luz Herrero¹, Håvard Eikemo¹, Andrew Dobson¹, Belachew Asalf², Anne Marte Tronsmo², David M. Gadoury³, Robert C. Seem³, Mary Catherine Matteson Heidenreich³ og Mary Jean Welser³

¹Bioforsk Plantehelse, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap, ³Cornell University, USA
arne.stensvand@bioforsk.no

Sortsresistens

Det er stor skilnad i kor mottakelege sortane er mot mjøldogg. Hovedsorten vår, Korona, er relativt mottakeleg, mens 'Senga Sengana' og 'Florence' er lite utsette sortar. 'Zefyr' og 'Inga' er døme på sortar som er svært mottakelege for mjøldogg. Vi har ikkje arbeidd med resistens mot mjøldogg i dette prosjektet, men det er viktig i fleire føredlingsprogram. Resistens mot mjøldogg er det viktigaste enkelttiltaket mot sjukdomen.

Aldersbestemt resistens

Generelt gjeld det at di eldre plantevevet er, di mindre mottakeleg er det for mjøldogg. Vi undersøkte kor lenge nye jordbærblad er mottakelege for mjøldogg. Blad på sorten Earliglow vart smitta på ulike stadium i utviklinga med mjøldoggsporar (konidiar). Blada var mest mottakelege når dei var akkurat komne ut av knoppene. På det tidspunkt er det berre bladundersida som er eksponert. Så snart blada falda seg ut vart dei langt mindre mottakelege. At det berre er bladundersida som er eksponert i den mest mottakelege fasen, kan vera med og forklara kvifor ein gjerne ser mest mjøldogg på bladundersida. Vi har også sett at jordbærblomar er svært mottakelege rett etter at dei har opna seg, og at dei ser ut til å verta mindre mottakelege med alderen på karten/fruktene.

Overvintring

Det er tidlegare vist at mjøldogg kan overvintra som soppmycel på grønne blad, og ein har trudd at soppen også kunne overvintra i knoppar. Vi har funne at soppen overlever på grønt bladverk, men så langt har vi ikkje funne at han kan overleva i knoppene. Det kan ikkje utelukkast at han vil kunna overvintra i knoppar, men det er ingenting som tyder på at dette er viktig i soppen sin livssyklus. Det er vanleg å finna sporehus (cleistotheciar) av soppen på blad, utløparar og bær. Sporehusa er små, og ein må gjerne ha ei lupe

for å sjå dei, men dei kan opptre i store mengder. Sporehus kan dannast gjennom heile vekstsesongen. Men undersøkingar så langt tyder på at askosporane som vert danna i sporehusa, først kan spreia seg og er i stand til å spira og infisera påfølgjande vinter og vår. På blada vert sporehusa danna i ei tett matte av mycel som også held sporehusa på plass gjennom heile vinteren så lenge blada er grønne. Etterkvart som blada vert brune og daudar, vert mycelet tilbakedanna, og sporehusa vil falla ned på bakken. Askosporane vert gjerne kasta relativt tidleg om våren, men vi har også funne askosporar som kan spira og infisera nytt plantevev til ut i juni.

Smittepress

Både på Ås og i USA planta vi små ruter med friske jordbærplanter i større felt med korn, med minimum 90 til 100 m avstand mellom jordbærrutene for å unngå smitte mellom dei. Vi smitta så med ulike mengder med mjøldogg. Resultata viste tydeleg at di meir smitte det var i felta, di raskare utvikla sjukdomen seg.

Nokre praktiske råd

- Ved dyrking i plasttunnelar og veksthus bør ein etterstreva å halda den relative luftråmen under 80 %. Samtidig vil overrisling med vatn på varme, solrike dagar også redusera spreinga av mjøldogg.
- Vel sortar med høg grad av resistens.
- Bruk så reint plantemateriale som mogleg ved utplanting, og plasser gjerne felta slik at ein unngår smitte frå nærliggjande eldre felt.
- Planteproducentar brukar gjerne dei same soppmidla som bærproducentar. Ein kan difor få med seg soppstammer med resistens mot enkelte middel ved kjøp av planter.
- Di meir mjøldogg det er på plantene utover ettersommaren og hausten, di meir av soppen vil

overvintra. I utsette sortar bør ein difor setja inn tiltak mot mjøldogg etter nyplanting eller etter hausting.

- Det er dei aller yngste enno ikkje utfalda blada som er mest mottakelege for mjøldogg. Periodar med mykje nyvekst er difor viktige for å verna plantene mot infeksjonar.
- Både konidiar og askosporar er klare til å spreia smitte om våren. Ved gunstige klimatiske tilhøve om våren, dvs. varme, fine dagar (over 10 °C i gjennomsnitt pr. døgn), bør ein setja inn tiltak mot mjøldogg relativt tidleg, før symptoma byrjar å utvikla seg.
- For å unngå mjøldogg på bær (særleg aktuelt i plasttunnelar) er det viktig å setja inn effektive tiltak når det er mest blomstring.

Vidare arbeid med mjøldogg i jordbær

Vidare arbeid med mjøldogg i jordbær fortset med eit doktorgradsarbeid ved Bioforsk, UMB og Cornell University. Vi vil søkja om ei vidareføring av arbeidet i prosjektet omtalt i denne artikkelen, særleg for å auka kunnskapen om sjukdomsresistens. I eit nyleg innvilga prosjekt vil vi også studera samanhengar mellom spinnmidd, nyttesopp mot spinnmidd og mjøldogg.

Referanse

Stensvand, A., M.L. Herrero, H. Eikemo, A. Dobson, B.A. Tadesse, D.M. Gadoury, R.C. Seem, C. Heidenreich & M.J. Welser. 2008. Mjøldogg i jordbær. Norsk Frukt og Bær 11(4):21-23.

Bitterrøte (*Colletotrichum acutatum*) i frukt

Soppen som er årsak til bitterrøte i frukt, *Colletotrichum acutatum*, er påvist i alle frukt- og bærartane våre og frå mange prydplanter og ugras. Denne artikkelen skildrar ny kunnskap om soppen og sjukdomen han er årsak til på fruktartane våre.

Jorunn Børve¹, Arne Stensvand²

¹Bioforsk Vest, ²Bioforsk Plantehelset

jorunn.borve@bioforsk.no

Bitterrøte på kirsebær

Både søt- og surkirsebær er mottakelege for bitterrøte, men problema er størst på surkirsebær. Dette skuldast truleg den måten surkirsebær vert dyrka på med store, ofte tette tre, lite utorskjering og maskinhausting av fruktene. I desse store trea tek det gjerne lengre tid å tørka opp etter nedbør, og det gjev større fare for infeksjonar. I tillegg er smittenivået generelt høgare, sidan det heng gamle infiserte frukter eller fruktstilkar att i trea. I søtkirsebær vert fruktene hausta for hand, og dersom smitta frukter heng att om hausten vert dei gjerne fjerna samstundes med skjeringa om vinteren. Søtkirsebærtrea er gjerne mindre og opnare enn surkirsebærtrea, og det er difor ikkje så gode tilhøve for soppen å utvikla seg.

Gjennom heile vekstsesongen er det vanleg å finna symptomlause infeksjonar av soppen på grønt bladverk, både på søt- og surkirsebær. Om vinteren og tidleg om våren er soppen vanleg å finna på knoppkjell. Særleg på søtkirsebær er knoppkjell viktige, sidan det ikkje heng att fruktstilkar og gamle frukter som også er viktige smittekjelder i surkirsebær. Symptoma på sjukdomen har me berre funne på frukter, både underutvikla (aborterte) frukter tidleg i sesongen og på normalt utvikla frukter fram mot hausting. Ofte utviklar ikkje sjukdomen seg før etter hausting og kan vera eit ekstra usikkerheitsmoment i omsetnad av søtkirsebær. For surkirsebær som skal nyttast til industriføremål (saft og syltetøy) er dette annleis, fordi frukter med angrep av sjukdomen kan nyttast, men kan gje redusert oppgjerspris pga. dårlegare kvalitet.

Forsøk har vist at sprøyting med eit kjemisk middel som har verknad mot bitterrøte, td. Delan, 2-3 gonger på grønt kart reduserte angrepet av bitterrøte i kirsebær. Andre tiltak mot sjukdomen er å unngå at det er lange nok væteperiodar til at det vert infeksjon, dvs

sikra rask opptørking i trea gjennom målretta skjering og plassera felta på luftige stader.

Bitterrøte på eple

Sjølv om eit og anna eple har utvikla symptom av bitterrøte ved hausting, utviklar sjukdomen seg vanlegvis berre på lager. I varmare strok, til dømes i Brasil og det søraustlege USA, utviklar bitterrøte seg tidlegare i vekstsesongen og kan gje store avlingstap ved rette vèrtilhøve om sommaren. På eple frå desse områda er ikkje bitterrøte rapportert å vera ein viktig sjukdom under lagringa. Bitterrøte er ein av 3 sjukdomar i samleomgrepet Gloesporium-røte. Sirkelrunde, nedsokne og brune røteflekkar er like for alle tre soppene. Kjølalagersopp og svart frukttrekraft har ljøs, beige/gulkvit sporulering, ofte i ringar, medan bitterrøte normalt dannar oransje sporemassar.

I lagringsforsøk med eplesortane Aroma og Elstar dei siste åra har bitterrøte vore den dominerande sjukdomen på eple frå mange felt. Som for kirsebær, er knoppar og grøne blad smittekjelder for soppen. Tiltak mot kjølalagersopp og bitterrøte er ofte dei same, dvs. hovudtiltaka er rett haustetidspunkt og sprøyting med kjemiske middel 2-4 veker før hausting. I forsøk har sein hausting gitt mykje meir bitterrøte enn tidleg hausting. Forsøk har også synt at sprøyting med ditianon (Delan) eller tiofanatmetyl (Topsin) før hausting, og/eller skurvsprøyting med ditianon reduserte bitterrøte på epla etter lagring. Færre eple lagra ved lågt innhald av O₂ i lufta utvikla bitterrøte enn ved lagring i vanleg lageratmosfære.

Bitterrøte på andre fruktartar

Me har funne bitterrøte på frukter av plomme og pære, men ikkje i stort omfang. Smitteforsøk har synt at alle plommesortane kunne angripast. Det har ikkje vore arbeid med å finna smittekjelder til desse fruktartane.

Smitteveggar

Forsøk dei siste åra har synt at dei viktigaste smittekjeldene til *C. acutatum* i kirsebær og eple er gamle planterestar, knoppar og grønne blad i trea. I tillegg vil andre planteartar, ikkje minst innan rosefamilien, men også mange prydblanteartar og ugras, vera smittekjelder. Det er nok ein viss grad av tilpassing av soppen til vertplanter, men så langt tyder alt på at han lett kan spreia seg mellom planteartar. Soppen vert normalt spreidd med vass-sprut (altså relativt sakte frå tre til tre). Han utviklar også klebrige sporremassar som lett kan festa seg til hender, klede og utstyr og dermed spreiaast til nye planter/tre. Det er difor viktig å ha gode hygienerutinar ved formeiring

av plantemateriale, både for å unngå innsmitte og for å unngå spreiding i planteskulen. Ei stor utfordring er at infeksjonar av *C. acutatum* kan vera symptomlause over lang tid og vil lett kunna spreia seg utan at ein er klar over omfanget. I dag er det ingen kontroll av *C. acutatum* i podekvist, grunnstammer eller frukttre, men det å ha reine tre ved planting er truleg viktig for å forseinka sjukdomen i nyetablerte felt.

I prosjektet "Improved control of *Colletotrichum acutatum* in strawberry and sweet cherry" (2008-2011, i hovudsak finansiert av Forskningsrådet), er spreingsveggar og overleving av soppen viktige arbeidsområde.

Auka populasjon av gullauger er mogeleg

Larver av gullauger (*Chrysoperla carnea*) er ein av dei viktigaste nyttedyra i frukthagen. Tidlegare arbeid har vist at vaksne gullauger er tiltrukke av lukt frå mellom anna blomar. I forsøk har vi vist at lukt også stimulerar til egglegging hjå gullauger.

Gunnhild Jaastad¹, Liv Hatleli² og Geir K. Knudsen³

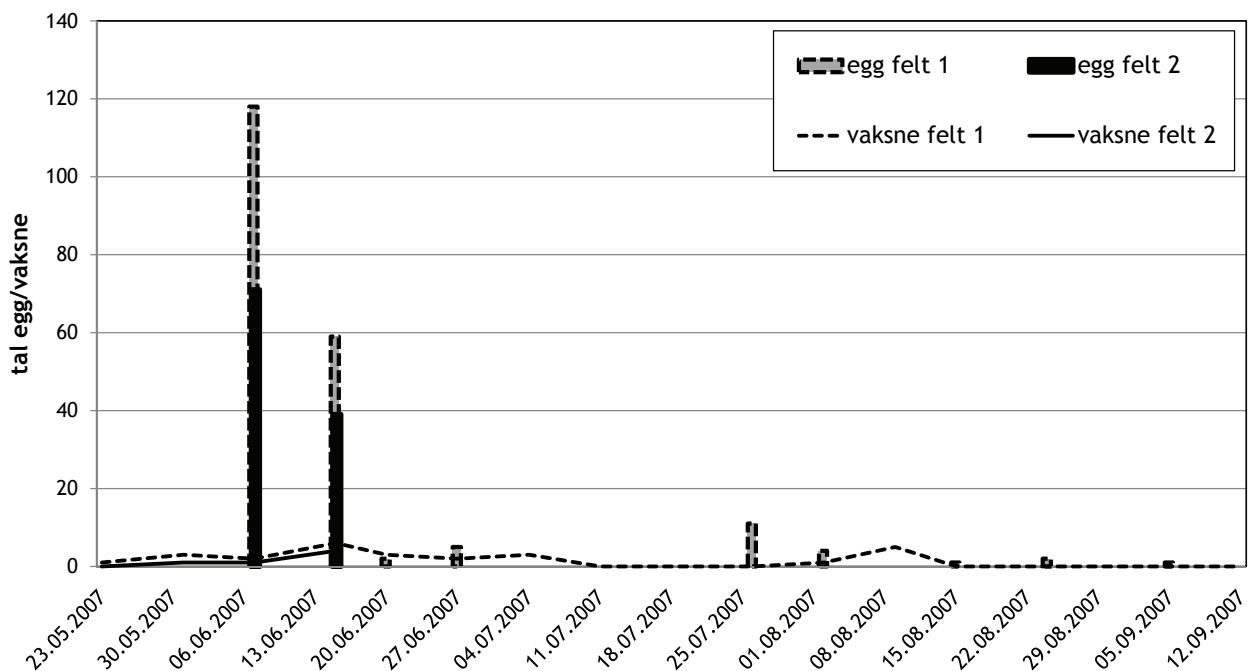
¹Bioforsk Vest, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap, ³Bioforsk Plantehelse
gunnhild.jaastad@bioforsk.no

Larver av vanleg gullauge (*Chrysoperla carnea*) et på mange ulike artar av skadedyr, og er ein av dei viktigaste nyttedyra i biologisk kontroll i mange hagebrukskulturar. I løpet av larvestadiet kan ei larve ete i snitt 700 individ av bladlusarten *Chaetosiphon fragaefolii* (Easterbrook et al. 2006). Å setje ut gullauger for biologisk kontroll er undersøkt, og er nytta i fleire kulturar. Resultata er likevel varierende, og det er vanskeleg å oppnå 100 % kontroll ved utsetjing. Det å sleppe ut gullauger produsert og seld gjennom internasjonale firma kan vere usikkert med tanke på den naturlege biodiversiteten. Det finst fleire underartar av den mest vanlege gullauge arten i Noreg, *C. carnea*, og dei kan berre skiljast på lyden frå duettsongen dei produserar under kurtisen. Det er difor vanskeleg å vite om underarten/ane som finst naturleg i Noreg er identiske med dei som

kan leverast frå større firma. Å auke den naturlege førekomsten av gullauger og å stimulere desse til å leggje egg vil klart vera ein betre strategi. Gjennom to år med forsøk har vi testa luktstoff som kan påvirke førekomst og egglegging hjå gullauger, og resultatata vil verte presentert her.

Lukt og egglegging hjå gullauger

Vaksne gullauger orienterar seg mot ulike luktkjelder; feromon produsert av hannar, honningdogg, lukt frå blomar og lukt frå planter skada av insekt. Forsøk utført i Ungarn viste at ein kombinasjon av dei tre luktkomponentane fenylacetaldehyd, metylsalisylat og eddiksyre virka tiltrekkande på vaksne gullauger (Tóth et al. 2006). Å finne ein god plass å leggje egg er viktig for at avkommet skal overleve, og det er sannsynleg at lukt er viktig når gullaugene skal finne



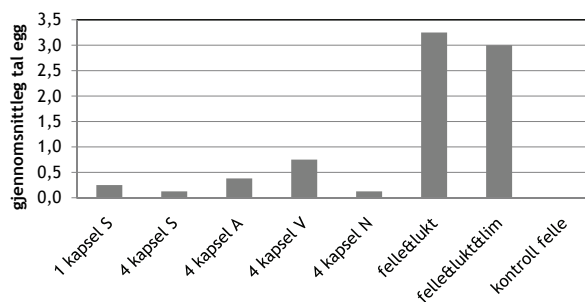
Figur 1. Totalt vaksne og egg av gullauge funne i 5 feller med lukt i felt 1 og felt 2 på Vestlandet i 2007. Feller i felt 2 vart tatt ned midt i juni, medan feller i felt 1 hang opp til midt i august.

ein slik plass. I 2007 og 2008 utførde vi forsøk på både Aust- og Vestlandet for å undersøke om blandinga med dei tre komponentane fenylacetaldehyd, metylsalisylat og eddiksyre også påverka egglegging. Kapslar med desse tre komponentane (1:1:1) (100 mg) vart plassert i delta feller med limplater i botnen, og fellene hengt ut i felt. I kvar av to søtkirsebærfelt på Vestlandet vart det i 2007 hengt ut 5 feller med luktkapslar og 5 kontrollfeller (utan lukt). I eit eplefelt på Austlandet vart det plassert ut 5 feller med luktkapslar og 1 kontrollfelle. I 2008 vart det hengt opp 5 feller med og 5 feller utan lukkestoff på Austlandet. På Vestlandet vart det i 2008 sett opp eit forsøk for å undersøke om luktkapslar plassert direkte på trea gav same effekt på egglegging som luktkapslar plassert i feller. Forsøket vart utført i eit søtkirsebærfelt og eit plommefelt. Fylgjande 6 handsamingar vart samanlikna i kvar av felta (4 gjentak i kvart felt): 1) felle med lukt og limplate i botnen, 2) felle med lukt, 3) felle med limplate i botnen (kontroll felle), 4) ein luktkapsel på sørvendt grein, 5) 4 luktkapslar på grein i sør, nord, aust og vest, 6) kontroll tre.

I 2007 vart feller sjekka for vaksne, og i både 2007 og 2008 vart fellene sjekka for egg gjennom heile sesongen. I tillegg vart det i forsøket utført på Vestlandet i 2008 registrert egg lagt på greiner med luktkapsel. På tre med handsaming 4, 5 og 6 vart det også talt opp egg på 10 jamnt fordelte greiner per tre.

Tre-komponenten hadde ein klar effekt på talet egg lagt i desse forsøka. Egga vart funne i taket inne i deltafellene. Resultata viste at det vart funne klart meir egg i feller med lukt samanlikna med feller utan lukt i begge område og i begge år (figur 1 som døme). Det vart ikkje funne egg i kontroll feller på Vestlandet, medan det på Austlandet vart funne 2 og 3 egg i kontroll feller i 2007 (1 felle) og 2008 (5 feller).

Resultat frå forsøk der luktkapselen vart plassert enten i tre eller i feller tydar på at plassering direkte på greiner ikkje har tilsvarende effekt på egglegging som når kapselen er plassert i ei felle. Vi fann ein klar effekt av handsaming ($F = 13.79$, $df = 4$, $p < 0.0001$) på talet egg, det var signifikant fleire egg lagt i feller samanlikna med på greiner med luktkapsel (figur 2). Data frå dei to felta er slått saman då vi ikkje fann nokon signifikant forskjell i talet egg mellom felt ($F = 0.22$, $df = 1$, $p = 0.64$).



Figur 2. Gjennomsnittleg tal egg i feller og på greiner med luktkapsel i to felt på Vestlandet 2008 ($n = 8$). 1 kapsel = tre med 1 kapsel, 4 kapsel = tre med 4 kapslar, S = grein mot sør, A = grein mot aust, V = grein mot vest, N = grein mot nord.

Biologisk kontroll ved hjelp av lukt?

Førebels resultat frå desse forsøka er lovande! Ei blanding av fenylacetaldehyd, metylsalisylat og eddiksyre stimulerar til egglegging hjå vanleg gullauge. Det er larvene til gullauge som er dei 'nyttige', og kan vi stimulere gullauger til å leggje egg med bruk av lukt så kan vi også få larver der vi ynskjer å ha dei. Årsaka til at det vart funne signifikant meir egg i feller enn på greiner er enno uklart. Ei årsak kan vere at gullaugene oppheld seg lenger tid og føretrekk å leggje egg der det er skjul. I fortsetjinga må rett plassering og rett design for kapslar undersøkjast med tanke på egglegging og kontroll. Då larver ikkje kan overleve lenger enn i snitt 1,5 dagar utan mat (Hoddle & Robinson 2004), må vi også i det vidare arbeidet ta omsyn til at populasjonen av naturleg førekommande gullauger kan gå ned over tid dersom dei vert lokka til å legge egg i felt der det ikkje er nok mat for larvene.

Referansar

- Easterbrook, M.A., J.D. Fitzgerald & M.G. Solomon. 2006. Suppression of aphids on strawberry by augmentative release of larvae of the lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Biocontrol Science and Technology* 16:893-900.
- Hoddle M.S. & L. Robinson. 2004. Evaluation of factors influencing augmentative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado orchards. *Biological Control* 31:268-275.
- Tóth, M., A. Bozsik, F. Szentkirályi, A. Letardi, M.R. Tabilio, M. Verdinielli, P. Zandigiacomo, J. Jekisa & I. Szarukán. 2006. Phenylacetaldehyde a chemical attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l., Neuroptera: Chrysopidae). *Eur. J. Entomol.* 103:267-271.

Kartlegging av planteskadegjørere med GPS-telefoni og digitalt kartverktøy

Overvåking og kartlegging av pærebrann ble i 2008 gjort ved hjelp av mobiltelefoner med GPS og en innlagt spesialutviklet programvare. Med enkle tastetrykk på telefonen kunne man registrere i felt forekomster av vertplanter og sjukdomsangrep. Disse dataene ble så via internett over mobilnettet sendt til en digital kart-tjener. Registreringene var umiddelbart tilgjengelige i form av et eget kartlag på internett for visning sammen med annen kartinformasjon på PC. Dette digitale verktøyet har gitt en stor effektivisering og kvalitetsheving av registreringsarbeidet i felt, og gjort dataene umiddelbart tilgjengelige etter innlegging.

Arild Sletten og Trond Rafoss
Bioforsk Plantehele
trond.rafoss@bioforsk.no

Innledning

Pærebrann er forårsaket av bakterien *Erwinia amylovora*, som er en karanteneskadegjørere. Den angriper eple, pære og en del prydværker i rosefamilien, spesielt innen slekten mispel (*Cotoneaster*). Sjukdommen ble påvist for første gang i Norge i 1986 på Vestlandet, og har siden den gang blitt bekjempet i regi av Mattilsynet sammen med Bioforsk for å hindre videre spredning. En viktig del av bekjempelsesarbeidet har vært til en hver tid å overvåke og kartlegge sjukdommens utbredelse. Årlige statusrapporter fra dette arbeidet er tilgjengelig i Mattilsynets og Bioforsk Planteheles arkiver. En risikoanalyse (PRA) for pærebrann i Norge kan lastes ned fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) sine internettsider. I den rapporten kan man finne kart som viser utbrudd av pærebrann og antall fruktdyrkere i de enkelte kommuner i Sør-Norge.

Overvåking og kartlegging av pærebrann

Arbeidet er blitt utført ved at personale fra Mattilsynet og Bioforsk til fots og med bil systematisk har søkt etter mistenkelige symptomer på aktuelle vertplanter i frukthager, planteskoler, hagesentre, småhager, leplantninger, friområder, og beplantninger for øvrig. Registreringene ble ført skriftlig inn i protokoller. I 2005 ble det startet opp med registreringer med hjelp av en håndholdt GPS. Den har støtte i digitale kart fra Statens kartverk. I tillegg ble det brukt vanlige papirkart. Kartkoordinatene for planter med smitte og mispelforekomster ble i ettertid blitt lagt inn med PC i en database. Dette ga stor nøyaktighet og oversikt i registreringene, men systemet var litt tungvint, og

dataene ble i utgangspunktet lagt i separate databaser som det ikke alltid var så lett å få samkjørt til en felles base.

Prosjektet SMARTRAP, som ble startet i 2006 og avsluttet i 2008 var i utgangspunktet et samarbeidsprosjekt mellom Mattilsynet (region Buskerud, Vestfold og Telemark), Statens kartverk, Norkart AS og Gecko AS. Siktemålet var å sikre Mattilsynet rask og sikker informasjonsutveksling i beredskaps- og krisesituasjoner. Gjennom prosjektet ble det blant annet utviklet og prøvet ut nye teknologier basert på geografiske informasjonssystemer (GIS). Prosjektet utviklet, testet og dokumenterte kjeding av geografiske tjenester og integrasjon mellom GIS og fagsystemer. Et viktig delmål var å designe og dokumentere hvordan ulike internettbaserte tjenester kan kobles sammen i et system, samt hvordan det kan oppnås elektronisk samhandling mellom kartsystemer og ulike fagsystemer. I fase II av SMARTRAP ble Mazeppa AS og Bioforsk Plantehele også invitert inn i prosjektet. Siktemålet var å utvikle en klientapplikasjon med støtte for WFS-T, (Web Feature Service Transaction) for bruk i håndholdte enheter, dvs. mobiltelefoner med integrert GPS. Som et pilotprosjekt ble pærebrann valgt for utprøving av denne teknologien med mobiltelefon og online kartlegging av vertplanter for pærebrann.

Mazeppa AS utviklet programvaren SMILEX, som kan legges inn på en standard mobiltelefon med GPS. Ved bruk i felten lastes automatisk et digitalt kart over det området man befinner seg i fra internett. Vist på mobiltelefon skjermen gir dette meget klar stedsinformasjon.

masjon. Ved hjelp av "nedrullsmenyer" på telefonen, som inneholder forhåndsinnstilte valg, kan man med noen enkle tastetrykk registrere ulike vertplanter og antall planter. Et fritekstfelt gjør det også mulig å legge inn ekstra informasjon. Registreringene blir umiddelbart tilgjengelige på digitale kart, som kan lastes ned fra internett på en medbrakt bærbar PC med mobilt bredbånd, eller senere hjemme på kontoret.

Den sentrale datalagringen i kartklienten har fungert meget godt. Det er lett å finne igjen registrerte forekomster både på den håndholdte enheten og på PC. Man har til en hver tid full oversikt over kartleggingsarbeidet, uansett hvor man befinner seg. De digitale kartene med registreringer kan lett brukes i forskjel-

lige typer presentasjoner, og de kan enkelt skrives ut på papir. Noen "barnesjukdommer" har det vært underveis, men mye av dette er rettet opp ved at MazepaAS underveis har videreutviklet programvaren SMILEX. Dekning for mobiltelefon i enkelte områder har tidvis vært utilfredsstillende.

Registreringer av pærebrann med mobiltelefon og SMILEX har gitt så mange forbedringer og effektiviseringer av overvåkingsarbeidet for pærebrann at det er planlagt videreført i 2009. Systemet er også vært prøvet ut av Mattilsynets inspektører i deres feltarbeid. Denne teknologien har et meget stort potensial for bruk i andre sammenheng hvor man har behov for stedfestet informasjon i forbindelse med overvåking av skadegjørere på planter eller dyresjukdommer.

Alternate Bearing of European Plums

This paper describes briefly the phenomena of alternate bearing of European plums and point out that more detailed investigations about physiological factors, in particular plant hormones, involved in the flowering process are of great importance.

Eva Birken and Mekjell Meland
Bioforsk Vest
eva.birken@bioforsk.no

Introduction

Alternate bearing

Different types of deciduous and tropical/ subtropical fruit trees show the phenomena of alternate bearing. However, there are great differences in the life-cycle and fruiting behaviour of different types of fruit trees (Monselise & Goldschmidt 1982). Alternate/ biennial bearing is characterized by an irregular crop year after year and rises in the previous season from excessive flower set (on-year) with a negative effect on return bloom (Tromp 2000) with fewer flowers and low yields (off-year). Among others, environmental conditions, such as frost can lead to irregular crops by killing all the flower buds. Excessive fruit numbers often reduce the numbers and quality of flowers in the following season and may lead to the establishment of a biennial pattern of cropping. The number of seeded fruits is a strong inhibitor of flower induction (FI) and one of the main reason for the frequently observed alternate bearing (Bangerth 1997).

Crop load

The abundance of flowers produced is often far in excess in order to set and retain an optimum number of fruits. For example the plum cultivar 'Victoria' requires a fruit set of only 5 % flowers to provide a full crop (Webster & Holland 1993) and for apple a fruit set of 10 % flowers is sufficient (Meland 1998). At these crop load levels, most of the fruits meet the fresh fruit market requirements (Byers 1997). Optimum crop levels are expressed as number of fruits per 100 flower clusters, numbers per unit branch length or numbers per trunk cross sectional area, differ for each cultivar and change for the same cultivar when grown on different sites. It is difficult to estimate and establish general guidelines for optimal crop loads for different plum cultivars. They have to be defined for each species/cultivar in the different climatic environments. The optimum goal is to produce maxi-

mum and annual crop of high fruit quality under the climatic conditions for a region.

Return bloom

Some plum cultivars commonly bear an abundance number of flowers with a negative effect on return bloom. For the fruit industry consistent cropping of high quality fruit is important, where technology for cost effective and environmentally friendly methods for crop regulation is highly demanded. However, the understanding and consequences of thinning on return bloom bearing is still rarely understood and a more detailed physiological understanding of flower bud development is essential to develop a successful crop load management for optimal sustainable fruit production.

Flowering

Flowering is of great economic importance and for almost all fruit trees, yields depend on the number and quality of flower buds formed. It is known that many internal factors (plant hormones, nutrient status, etc.) and external factors (climate, photoperiod, etc.) are involved in the process of flowering. Among all factors, plant hormones have been studied in detail in the last decades in particular pip fruits, such as apples. However for stone fruit there is still a lack of knowledge which physiological factors during flower bud development are involved and there are discussions when morphological changes enter this process.

Plant hormones

Gibberellins (GAs) have been considered as endogenous regulators in FI (Hoad 1984). Generally it was found that GAs strongly inhibit flowering in fruit trees but not all GAs, there are GAs derivatives known, which promote flower formation (Goldschmidt *et al.* 1997). A large seed number of the fruits within the tree produce gibberellins (Chan & Cain 1967; Hoad

1984). These gibberellins move from fruits into the adjacent spurs and leaf axils, where they inhibit the initiation or stimulation of the abscission of new floral primordia. Other hormones like auxin may play a role in biennial bearing. The effect of crop load on floral initiation has yet not been fully explained (Bangerth 1997). Knowing more precisely about the relevance of thinning on flowering and the interaction with hormones would help to improve current thinning practice.

Cooperation linked to this project

The project "Optimized quality and yield of plum and apple by regulation of flowers and fruitlets", is conducted at Bioforsk Ullensvang during 2007-2011. The overall objective is a management system to regulate crop load in the plum tree for improving consistency of cropping, reduce or overcome alternate bearing and improve fruit quality. This project is conducted in close collaboration with the University of Hohenheim, Germany, University of Bologna, Italy and the Norwegian Agriculture Extension Service.

Horticultural approach

There are three principal methods of regulating crop loads of fruit trees. Numbers of flowers on the tree can be reduced; flowers can be prevented from fruit setting and the amount of fruitlets reduced by thinning methods (Dennis 2000). Flower- or fruit thinning is an efficient method for crop load regulations and lead to more uniform annual bearing and therefore economic aspects, use of labour, packing equipment, etc. can be optimized (Byers *et al.* 2002). To identify important factors that induce or contribute to the consistency of cropping, the following factors will be studied in more detail: 1) the effect of crop regulation established by hand on vegetative growth, fruit development, crop loads and return bloom. 2) Optimized crop loads of high quality of different commercial important plum cultivars by chemical thinning of flowers and fruitlets.

Material and Methods

Field experiments were established at the Bioforsk Ullensvang, Norway and at growers sites started in 2007. Experiments testing different bioregulators for flower and fruitlet thinning to the main commercial cultivars are conducted. In addition a handthinning experiment with different crop loads (25% and 50% at full bloom and 25% and 50% at fruitlet size 12 mm and unthinned) are established on uniform and heavily flowering 'Opal' plum trees. Data concerning pheno-

logy of the plum trees, flower counting, fruit set and fruit growth and detailed investigations of different plant material was collected. After harvest, standard fruit quality assessment was carried out. At the University of Hohenheim further investigations are done, including plant hormone analysis, carbohydrate analysis and microscopic investigations. These experiments will continue for the 2009 and 2010 seasons. Preliminary results from these experiments will be presented.

References

- Bangerth, F.K. 1997. Can regulatory mechanism in fruit growth and development be elucidated through the study of endogenous hormone concentrations. *Acta Hort.* 463:77-87.
- Byers, R.E., G. Costa & G. Vizzotto. 2002. Flower and fruit thinning of peach and other Prunus, *Horticultural Reviews* 28:351-392.
- Byers, R.E. 1997. Effects of bloom thinning chemicals on apple fruit set. *J. Tree Fruit Prod.* 2(1):13-31.
- Chan, B.G. & J.C. Cain. 1967. The effect of seed formation on subsequent flowering in apple. *Proc. Am. Soc. Sci.* 91:63-67.
- Dennis, F.G. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulators* 31:1-16.
- Goldschmidt, E.E., M. Tamim & R. Goren. 1997. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees: A critical analysis. *Acta Hort.* 463:201-206.
- Hoad, G.V. 1984. Hormonal regulation of fruit-bud formation in fruit trees. *Acta Hort.* 149:12-23.
- Meland, M. 1998. Thinning apples and pears in a Nordic climate. III. The effect of NAA, ethephon and lime sulfur on fruit set, yield and return bloom of three apple cultivars. *Acta Hort.* 463:517-525.
- Monselise, S.P. & E.E. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews* 4:128-173.
- Tromp, J. 2000. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31:27-34.
- Webster, A. D. & M. Holland. 1993. Fruit thinning Victoria plums with ammonium thiosulphate. *J. Hort. Sci.* 68(2):237-245.

Fastleik som kvalitetskriterium i frukt

Forbrukarane ynskjer fast og saftig frukt. I denne artikkelen presenterer ein målemetodar for fastleik hjå frukt og kva verdiar for fastleik som er høveleg på ulike trinn i omsetningskjeda frå hausting til forbruk.

Eivind Vangdal
Bioforsk Vest Ullensvang
eivind.vangdal@bioforsk.no

Bakgrunn

Det er sterk konkurranse i fruktmarknaden, både mellom dei ulike fruktslaga og mellom norsk og importert vare. Det vert kontinuerleg arbeid i alle ledd med å heva kvaliteten på frukta ved å dyrka nye sortar, ta i bruk betre dyrkingsteknikk, hausta til rett tid og handtera frukta på best mogleg vis gjennom omsetningskjeda fram til forbrukarane. Tidlegare la ein stor vekt på sukkerinnhaldet (refraktometerverdien), men det er ein tydeleg trend at forbrukarane no legg større vekt på at frukta må vera fast og saftig.

Krav til ytre kvalitet

Av dei ytre kvalitetsegenskapane legg ein størst vekt på storleik og farge. At frukta skal vera frisk og saftspent, er i dag heilt sjølv sagt. Tidlegare var det Norsk Standard som sette krava til farge og storleik på marknadsført frukt. I dag er det omsetningsorganisasjonane som stiller krava, og dei varierer etter korleis frukta skal presenterast og seljast.

For eple, pære og plomme vert det sett krav til den indre kvaliteten. Men i praksis gjeld dette ikkje søtkirsebær. Her er storleik einaste kvalitetskravet ved sida av at frukta skal vera utan sprekker eller andre ytre skader.

Krav til indre kvalitet

For om lag 30 år sidan kom det inn i Norsk Standard for eple krav om at refraktometerverdien (innhaldet av oppløyst turrstoff) i frukta skulle vera over 10,8 % i Klasse 1. Men ein sette og opp tilsvarande grenseverdiar for akseptabel smak for dei andre fruktslaga (Vangdal 1985). Her vurderte ein i kva grad ein måtte ta omsyn til syreinnhaldet (tabell 1).

Tabell 1. Grenseverdiar for akseptable smaks kvalitet for innhald av oppløyst turrstoff (refraktometerverdi) og høvet mellom refraktometerverdi og titrerbar syre i ulike fruktslag.

Fruktslag	Refraktometerverdi	Ref.:syre høvet
Eple	>10,8	< 16
Pære	>11,3	-
Plomme	>12,5	12 - 24
Søtkirsebær	>14,2	-

Men med nye sortar, betre dyrkingsmåtar og meir vekt på rett mogningsgrad for marknadsført frukt, så er desse kvalitetskrava mest alltid oppfylte. Dette er ein av grunnane til at forbrukarane og marknadsaktørane legg meir vekt på fastleik som kvalitetsmål i frukt.

Målemetodar for fastleik

Fastleik er berre ein av fleire faktorar i det ein kallar konsistensen av fruktkjøtet. Fruktkjøtet skal vera knasande og saftig. Det er negativt om frukta er mjølen og turr.

Ein har for dei fleste fruktslaga funne at eit penetrometer gjev måleresultat som er i samsvar med forbrukarane sine vurderingar av konsistens. Ein fjernar då fruktskalet og måler krafta som må til for å pressa ein sylinder inn i fruktkjøtet. Dette kan nyttast for faste frukter som eple, pære og fersken og nektariner.

For mjukare frukter som plommer og søtkirsebær, har ein god røynsle med ein fransk fastleiksmålar; DUROFEL (Planton 1992). Dette instrumentet måler elastisiteten i det ytre laget av fruktkjøtet. Ein fjernar heller ikkje fruktskalet før ein måler, og målingane samsvarar svært godt med dei vurderingane ein gjer når ein klemmer på frukta. Fastleiksmålingar med DUROFEL fastleiksmålar er difor nyttige for å trenar plukkarar til å vurdere høveleg fastleik på plommene som kan haustast. Men målingar utover i omsetningskjeda er og nyttige for å fylgja mjukninga i høve til kva som er akseptabelt for forbrukarane.

Tabell 2. Grenseverdier for høveleg fastleik for plommer med ulike mogningsgrad.

Mogningsgrad	Grenser for fastleik (DUROFEL-einingar)	Råd om hausting og omsetning
Umogen	>80	Bør ikkje haustast
Lite mogen	70-79	Bør ikkje haustast. Dersom dei er hausta, bør dei mognast før marknadsføring
Tremogen	60-69	Høveleg mogningsgrad for hausting
Etemogen	50-59	Bør haustast og omsetjast straks
Overmogen	<50	Bør kastast og ikkje marknadsførast

Grenseverdier for fastleik ved ulike mogningsgrader i frukt

I eit prosjekt for Fruktlagra på Vestlandet fastsette ein kva som er høveleg fastleik hjå plommer på ulike ledd frå hausting til forbruk. Det er truleg små skilnader med omsyn til ynskjeleg fastleik for dei ulike sortane, så ein har rekna dei same grensene for alle sortar.

I samband med fastsetjinga av grenseverdier for refraktometerverdier for akseptabel smaks kvalitet for frukt, sette ein og opp grenser for fastleik i eple og pære. Desse grensene vart fastsette i høve til vurderingar som forbrukarane gjorde når dei åt frukta. Det vart ikkje utarbeidd tilsvarende grenseverdier for steinfrukt den gong.

Tabell 3. Grenseverdier for akseptabel fastleik for eple og pærer når ein et frukta.

Fruktslag	Fastleik
Eple	5,75 - 2,75
Pære	5 - 2

I Spania har ein arbeidd med fastleiksmålingar i 'Golden Delicious'. Her fann ein at epla burde vera kring 7 ved hausting, kring 6 ved uttak frå lager og marknadsføring og i forbrukartestar fann ein at kring 5 var optimal fastleik når ein et eple. Dette er litt høgare enn det me fann for snart 30 år sidan for norske eple. Men ut frå dei tilbakemeldingar ein får om at norske eple er for mjuke, ville ein truleg finna om lag det ein fann i Spania om ein gjennomførde nye forbrukartestar i Norge.

Fastleiksmålingar i framtida

I fleire land arbeider ein med ikkjeøydeleggjande målemetodar. I tillegg bør utstyret vera bærbart slik at det kan nyttast ute i frukthagane. Mest aktuelt er utstyr basert på NIR-metoden (Camps *et al.* 2007) eller TRS-metoden (Eccher Zerbini *et al.* 2006). Dette ligg litt fram i tid, og i mellomtida bør ein vidareutvikla gode fastleikskrav for ulike mogningsgrader for eple og pærer når ein måler med penetrometer og med DUROFEL-målar på plommer der ein tek omsyn til m.a. moglege sortsskilnader.

Referansar

- Camps, C., D. Christen, N. Berthod & J. Rossier. 2007. Non-destructive assessment of apricot quality by portable device. Poster. International conference on "Ripening regulation and postharvest fruit quality", Weingarten, Germany 12.-13. November 2007.
- Eccher Zerbini, P., M. Vanoli, M. Grassi, A. Rizzolo, M. Fibiani, R. Cubeddu, A. Pifferi, L. Spinelli & A. Torricelli. 2006. A model for the softening of nectarines based on sorting fruit at harvest by time-resolved reflectance spectroscopy. *Postharvest Biol. Tech.* 39:223-232.
- Planton, G. 1992. Fermenté des fruits et légumes. *Des nouveaux outils de mesure.* Infos-CTIFL 82:27-28.
- Vangdal, E. 1985. Quality criteria for fruit for fresh consumption. *Acta Agric. Scand.* 35:41-47.

Helserelaterte innholdsstoff i steinfrukt

Mange forbrukarar er opptekne av innhaldet av antioksidantar i maten. Frukt og grønt er som varegruppe mellom dei viktigaste i så måte. Ein har studert mengda av fenolar og andre innholdsstoff med antioksiderande verknad i norske søtkirsebær og plommer.

Eivind Vangdal¹ og Rune Slimestad²

¹Bioforsk Vest, ²Plantchem

eivind.vangdal@bioforsk.no

Bakgrunn

Det er grundig dokumentert at høgt inntak av frukt og grønt i kosten reduserer risikoen for ei rekkje alvorlege sjukdomar (World Cancer Research Fund/ American Institute for Cancer Research 2008). Det er lagt ned mykje forskingsarbeid for å fastslå kva stoff det er i frukt og grønt som er aktive og viktige for denne gunstige verknaden på helse. Det vart tidleg peika på at stoff med antioksiderande verknad kunne vera viktige. Men når ein skulle studera einskilde stoff eller stoffgrupper, vart det vanskeleg å påvisa klare samanhengar mellom inntak og verknad på helse.

Likevel er antioksidantar og mengda av antioksidantar i ulike matvarer viktig for mange forbrukarar. Ei rekkje frukter, bær og grønnsaker har høgt innhald av stoff som har antioksiderande verknad. Dei raude og blå fargestoffa (antocyanar) er antioksidantar, og for mange er raude og blåfarga frukter særleg helsesame. Men Halvorsen *et al.* (2002) viste at spennvidda er stor, og at fargestoffa åleine ikkje kan visa innhaldet av antioksidantar.

I tillegg til stor variasjon mellom ulike fruktslag er det stor variasjon mellom sortane. Ein har analysert

innhaldet av fenolar med antioksiderande verknad og den antioksiderande verknaden i ei rekkje sortar av søtkirsebær og plommer.

Opplagg

Frukt frå sortssamlingane ved Bioforsk Vest Ullensvang vart analysert ved Plantchem som held til hjå Bioforsk Vest Særheim. Ein karakteriserte antocyanar og fenoliske syrer; målte mengda av dei og den samla mengda fenolar. Ein analyserte dessutan den antioksiderande verknaden i fruktene. Analysemetodane er nærare omtala i Vangdal *et al.* (2007). Til dei statistiske analysane har ein nytta Excel (Microsoft) med statistikkpakke.

Resultat

Variasjon mellom sortar

I utvalet av søtkirsebærsortar var det både sortar med ljøs saft og sortar med farga saft. Ikkje uventa var det mest fenolar og antioksiderande verknad i dei mørke sortane. Men spennvidda var stor.

'Sue' og 'Merton Glory' er sortar med ljøs saft, medan dei andre er sortar med mørke frukter. Det er såleis meir enn 200 gonger så mykje antocyanar i 'Agila'

Tabell 1. Innhald av antocyanar, fenolar og antioksiderande verknad hjå 9 søtkirsebærsortar. Screeninganalysar utan gjenntak.

Sort	Antocyanar (mg/100g FV)	Fenolar (mg/100g FV)	Antioksiderande verknad (FRAP) (mmol/ 100g FV)
Sue	0,56	23	0,44
Merton Glory	1,4	37	0,71
Sunburst	16,1	38	0,78
Chelan	22,9	56	1,08
Lapins	16,8	47	1,16
Van	31,3	75	1,48
Ulster	44,0	87	1,58
Kordia	60,9	109	2,20
Agila	120,6	168	2,67

Tabell 2. Innhold av antocyanar, fenolar og antioksidierende verknad hjå 9 plommesortar. Gjennomsnitt av tre gjenntak.

Sort	Antocyanar (mg/100g FV)	Fenolar (mg/100g FV)	Antioksidierende verknad (FRAP) (mmol/100g FV)
Souffriau	5,0b*	27a	0,61a
Opal	1,6a	29a	0,66b
Excalibur	0,9a	30a	0,75b
Reeves	0,9a	39b	0,75b
Mallard	4,0b	39b	0,84bc
Avalon	2,8ab	35b	0,86bc
Jubileum	4,9b	39b	0,90c
Edda	10,8c	52c	1,03cd
Victoria	0,7a	54c	1,28d
p-verdi	<0,0001	0,0002	0,0002

*) tal innan kolonner merka med same bokstav er ikkje signifikant ulike ($p > 0,05$)

(med farga saft) som i 'Sue' som har ljøs saft. Mellom sortane med mørk saft er det og stor spennvidde; meir enn 7 gonger så mykje antocyanar i 'Agila' som i 'Sunburst'. I fenolinnhald og antioksidierende verknad er det ikkje så stor skilnad. Det var god samanheng mellom antioksidierende verknad og mengda av fenolar ($R^2 = 0,978$; $p < 0,001$) og antocyanar ($R^2 = 0,951$; $p < 0,001$).

For plommer var det og store skilnader som vist i tabell 2. I tabellen er dei rangert etter antioksidierende verknad.

Sortane med mørk blå frukter har mest antocyanar (Souffriau, Jubileum og Edda). Men det er liten samanheng mellom antioksidierende verknad og innhaldet av antocyanar. 'Victoria', som har gule frukter med litt raudfarge på sidsida, har høgast FRAP-verdi. Dette skuldast at innhaldet av andre fenolar, primært fenoliske syrer, er høgt i denne sorten.

Karakterisering av fenoliske emne

I søtkirsebær er det dominerande fargestoffet Cyanidin 3-rutinosid. Dessutan finn ein Cyanidin 3-glucosid i både ljøse og mørkfarga sortar. I mørke sortar finn ein dessutan Peonidin 3-rutinosid og Pelargonidin 3-rutinosid. I plommer finn ein, som i ljøse søtkirsebær, cyanidin-3-rutinosid som den dominerande antocyanen og dessutan Cyanicid-3-glucosid. Ein finn og spor av Peonidin-3-rutinosid og (truleg) Peonidin-3-glucosid og flavonolane quercetin 3-rutinosid og quercetin 3-glucosid.

Av fargelause fenolar finn ein primært Neoklorogen syre og 3-p-coumarylquinisk syre. Mengda av desse varierer frå 3-21 mg pr 100 g FV i søtkirsebær. I plom-

mer har ein funne verdiar opp til 153 mg.

Konklusjon

Det er store sortsskilnader innan søtkirsebær og plommer i mengda av raude fargestoff og andre fenoliske emne med antioksidierende verknad. Den antioksidierende verknaden spenner frå 0,44 til 2,67 mmol/100g FV i søtkirsebær og frå 0,61 til 1,28 mmol/100g FV i plommer. I søtkirsebær er det klår samanheng mellom mengda av raude fargestoff og den antioksidierende verknaden. I plommer er det ingen slik samanheng, og ein finn høgast FRAP-verdi i 'Victoria'-plommer, som har lite raud dekkfarge.

Referansar

- Halvorsen B.L., M.C.W. Myhrstad, I. Barikmo, E. Hvattum, S.F. Remberg, A.-B. Wold, K. Haffner, H. Baugerød, L. Frost Andersen, J.Ø. Moskaug, D.R. Jacobs & R. Blomhoff. 2002. A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants. *J. Nutr.* 132:461-471.
- Vangdal, E., L. Sekse & R. Slimestad. 2007. Phenolics and other compounds with antioxidative effect in stone fruit - Preliminary results. *Acta Hort.* 734:357-361.
- World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. 2008. Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. WCRF/AICR Expert Report. <http://www.dietandcancerreport.org/>

Gulrot og kålrot med riktig kvalitet - et samarbeidsprosjekt for å styrke konkurransesevnen i norsk produksjon

Smak og kvalitet av gulrot og kålrot påvirkes av flere dyrkingsmessige faktorer som gjødsling, jordtype og angrep av insekter. For å forstå forbrukerens krav til gulrot og kålrot er det nødvendig å se bruken av disse i en bredere sosial sammenheng.

Mette G. Thomsen¹, Randi Seljåsen¹, Gunnar Bengtsson², Gunnar Vittersø³, Erling Berentsen¹ og Steinar Dragland¹

¹Bioforsk Øst, ²Nofima Mat, ³Statens institutt for forbruksforskning

mette.thomsen@bioforsk.no

Prosjektet "Gulrot og kålrot med riktig kvalitet" ble startet opp i 2004 med dr. Steinar Dragland som prosjektleder. Prosjektet er avsluttet i 2008 og publiseringer fra prosjektet vil foreligge utover i 2009. Grønnsaksnæringen, forskningen og forsøksringene har samarbeidet om dette prosjektet, for å avklare hvilke dyrkningskrav gulrot og kålrot stiller for å gi en smak etter forbrukernes ønsker.

Innen prosjektet har følgende delprosjekter vært gjennomført:

Delprosjekt 1: Bedre kjennskap til forbrukernes ønsker om kvalitet hos gulrot og kålrot. Hovedtemaet har vært hvorfor folk kjøper gulrot og kålrot. Det vil si i hvilke sammenhenger disse produktene inngår, og hvilke egenskaper som vektlegges.

Delprosjekt 2: Bedre kjennskap til smak og næringsinnhold i aktuelle gulrotsorter. I delprosjektet er smak og næringsinnhold i fire sorter av gulrot på sju forskjellige felt undersøkt. Hovedmålet har vært å klarlegge om smaksforskjellene er stabile mellom sortene, eller om de varierer med dyrkingsforholdene (stedene). Jordtemperatur i 10 cm dybde er målt gjennom hele vekstsesongen. Feltene har vært lagt ut i forsøksringene og på Landvik.

Delprosjekt 3: Bedre kjennskap til virkninger av jordart, N- og K-tilgang på smak og næringsinnhold. Innen delprosjekt tre ble effekten av jordtype og gjødslingsnivå på kvalitet av fire sorter av gulrot og to kålrotsorter undersøkt. Forsøket ble utført på Bioforsk Øst, Kise, på tre jordtyper og ved tre gjødslingsnivåer av N og K. Temperaturen i jord og luft ble også registrert.

Delprosjekt 4: Kjennskap til virkninger på smak av skadedyrangrep og bekjempelsesmetode. Gulrot og kålrot ble dyrket med eller uten dekking med fiberduk og effekten av insektangrep på smak undersøkt.

Delprosjekt 5: Dyrkingsveiledninger for å oppnå høy og mer stabil kvalitet av gulrot og kålrot. I forarbeidet til prosjektet er det laget en litteraturoversikt som viser hva som er kjent når det gjelder dyrkings- og lagringsforhold som påvirker smak og næringsinnhold i gulrot og kålrot. Denne skal utvides og ny viten innhentet gjennom herværende prosjekt inkluderes.

Resultater fra prosjektet har så langt vært presentert på nasjonale og internasjonale møter samt gjennom rapporter. Publisering videre vil skje i internasjonale tidsskrifter samt i fagtidsskrifter og rapporter.

Effekt av jordart, gjødslingsnivå og sort på sensorisk kvalitet hos gulrot

I et stort, kontrollert forsøk ble det funnet at sort hadde størst betydning, deretter kom jordtype, mens nitrogen- og kaliumnivå hadde minst betydning for sensorisk kvalitet av ferske gulrøtter. Myrjord ga høyere intensitet av syrlig smak, søtsmak, saftighet og hvithet enn sandjord eller morene. Temperaturen var lavere i myrjord enn i de andre jordene.

Gunnar B. Bengtsson¹, Per Lea¹, Randi Seljåsen², Erling Berentsen², Asgeir N. Nilsen¹, F. Bjerke¹, Steinar Dragland²

¹Nofima Mat, ²Bioforsk Øst

gunnar.bengtsson@nofima.no

Sortene 'Fontana' og 'Natalja' av gulrot (*Daucus carota* L., oransje rotfarge) ble i 2004 dyrket i naturlig sandjord, morene og myrjord på forsøksfeltet til Bioforsk Øst, Kise (60°52' N, 10°48' E) ved tre gjødslingsnivåer av K og N, dvs. uten gjødsling, normalt nivå (hhv. 1,2 og 0,8 kg ha⁻¹) og ved dobbelt av normalt nivå. Alle behandlinger ble utført med tre paralleller på randomiserte feltruter. Jordtemperaturen på 10 cm dybde ble logget for hver jordtype. Gulrøttene ble høstet for hånd og lagret i mørket ved 0 °C gjennom to måneder. Dagen før sensorisk analyse ble 25 friske gulrøtter fra hver feltrute vasket for hånd, 2 cm av endene fjernet og resten kuttet i 1 cm terninger, som ble blandet godt og lagret i åpne plastposer i mørket ved 2 °C. Deskriptiv sensorisk analyse ble utført for 29 attributter ifølge ISO 6564:1985 E av et trent panel av profesjonelle smaksdommere. Data ble behandlet statistisk med prinsipalkomponentanalyse (PCA), variansanalyse og Tukey's test.

Resultater

De to sortene hadde ulike smaksprofiler. 'Natalja' hadde høyest intensitet av attributtene syrlig smak, søtsmak, saftighet, sprøhet og hvithet, mens industrisorten 'Fontana' hadde de høyeste verdiene av smaksintensitet, bittersmak, jordsmak, kjemikaliesmak, terpensmak, luktintensitet, grønnlukt, ettersmak, adstringens, seighet, hardhet, fargestyrke og fargetone. Det var ingen forskjeller for attributtene jordlukt, plastlukt, kjemikalielukt, terpenlukt, blomsterlukt, spritlukt, emmen smak, plastsmak, grønnsmak, blomstersmak eller spritsmak.

Gulrøtter som vokst i myrjord hadde høyest intensitet av syrlig smak, søtsmak, saftighet og hvithet. Gulrøt-

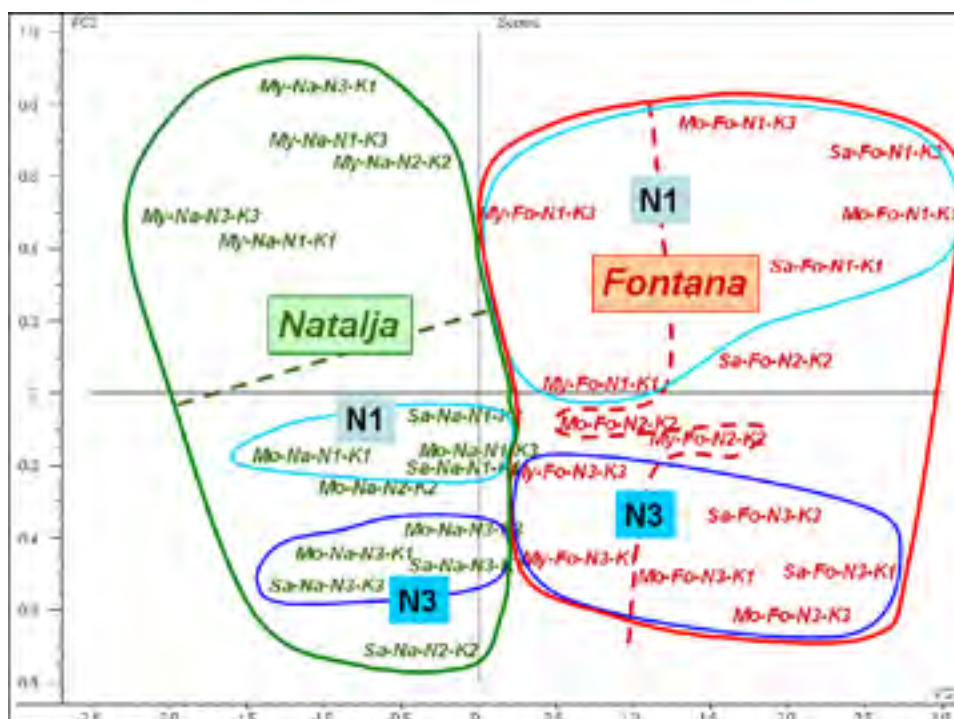
ter fra sandjord hadde samme sensoriske kvalitet som gulrøtter fra morene, karakterisert ved høyest intensitet av bittersmak, jordsmak, terpensmak, jordlukt, terpenlukt, adstringens, ettersmak, hardhet, fargestyrke og fargetone. Myrjorden hadde i gjennomsnitt lavere temperatur gjennom vekstsesongen, ca 2 °C lavere enn sandjord og morene (tabell 1).

Tabell 1. Temperaturen (°C) på 10 cm dybde for tre jordtyper på Kise, logget 25.5. - 6.9. 2004.

Jordtype	Middelverdi	Maksimum	Minimum	Døgngnr. Basistemp.= 0
Myrjord	16,5	25,8	8,1	1733
Sand	17,3	29,8	8,2	1811
Morene	17,3	31,8	7,6	1813

Figur 1 viser et PCA-kart med alle de ulike behandlingene basert på alle sensoriske data. Behandlinger som er plassert nært opp til hverandre gir gulrøtter mest like på smak, og jo lenger fra hverandre de ligger desto større er smaksforskjellene. Alle prøver fra 'Natalja' er samlet til venstre og de fra 'Fontana' til høyre, hvilket illustrerer de store sortsforskjellene. Effekten av jordtype er synlig for begge sortene, men mest for 'Natalja', der alle behandlinger fra myrjord ligger samlet oppe til venstre. Gulrøtter dyrket på sandjord eller morene ligger blandet innen hver sort og er i overensstemmelse med at disse to jordtypene ikke ga forskjellige effekter på gulrotkvalitet.

Det høyeste nivået av N-gjødsling ga gulrøtter med de høyeste intensitetene av saftighet, sprøhet, fargestyrke og fargetone, mens det laveste N-nivået ga røtter med de høyeste verdiene av luktintensitet, grønnlukt,



Figur 1. Effekt av gulrottsort, jordtype og nitrogennivå på sensorisk kvalitet. PCA-kart for de to første prinsippkomponentene som viser alle behandlingene som koder (gjennomsnitt av data fra tre parallelle prøver fra randomiserte feltruter). Komponent 1 (PC1) forklarer 72 % og komponent 2 (PC2) forklarer 9 % av den totale variasjonen. Na = Natalja, Fo = Fontana, My = myrjord, Sa = sandjord, Mo = morene, N1, N2, N3 og K1, K2, K3 = lavt, middels og høyt nivå av hhv N og K. Ringer er tegnet rundt alle datapunkter for de to sortene og for behandlinger med lavt og høyt N-nivå, der det kan ses forskjeller. De stiplede linjene skiller myrjord fra sandjord og morene for de to sortene.

hardhet and hvithet. Effekten av K-gjødsling var svært liten og mindre enn for N-gjødsling. Det laveste K-nivået ga gulrøtter med de høyeste verdiene for luktintensitet og terpenlukt. Gjødslingsnivået med nitrogen og kalium hadde mindre betydning for den sensoriske kvaliteten enn sort og jordtype (figur 1).

Diskusjon

Resultatene viser at genetiske egenskaper har stor betydning for smaken til ferske gulrøtter. I dette forsøket ble det sammenlignet to svært ulike sorter, av hvilke den ene er en industrigulrot ('Fontana') som normalt ikke spises fersk. Dette kan være årsaken til at sorten var den faktor som ga størst forskjell i sensorisk kvalitet. Resultatene viser også at jordtypen er meget viktig. Denne faktoren har ikke tidligere vært undersøkt i detalj. Dersom ulike sorter for friskkonsummarkedet skulle sammenlignes, ville man muligens finne at jordtypen hadde større betydning enn sorten. Uansett ville trolig gjødslingsnivået ha minst betydning.

Vi vet fra preferansetest med forbrukere at de gulrøtter til friskkonsum som foretrekkes på smak har høy intensitet av søtsmak, syrlighet og sprøhet, men lav intensitet av attributter som grønnsmak, ettersmak, terpentinsmak, hardhet, etc. Basert på dette kan vi konkludere med at gulrøtter dyrket i myrjord var "best på smak". En rekke dyrkingsforsøk i veksthus ved kontrollerte temperaturer og i felt i nord og sør med ulike klima har vist at en lavere temperatur gir gulrøtter som er søtere og har et lavere nivå av karotener. Dette kan forklare hvorfor gulrøtter dyrket i myrjord, som hadde den laveste temperaturen, hadde høyere søtsmak og hvithet enn dem som var dyrket i sandjord eller morene.

Pepinomosaikkvirus – nye forskningsresultater viser frøoverføring i tomat

Pepinomosaikkvirus (*Pepino mosaic virus*, PepMV, slekt *Potexvirus*), er listet på EPPO's "alert list" og blir vurdert som karantenevirus i flere europeiske land. Det har vært usikkerhet om hva som er viktige spredningsveier for dette viruset, og forskjellige land har praktisert ulikt med hensyn på forholdsregler og bekjempelsesstrategier.

Dag-Ragnar Blystad¹, Steen Lykke Nielsen², Inge Hanssen³, Dimitrinka Hristova⁴, Ana Maria Nazaré Pereira⁵, Henryk Pospieszny⁶, Maja Ravnikar⁷, Laura Tomasolli⁸, Rick Mumford⁹, Christina Varveri¹⁰ og René van der Vlugt¹¹

¹ Bioforsk Plantehelse, ² University of Aarhus, Denmark, ³ Scientia Terrae Research Institute, Belgium

⁴ Plant Protection Institute, Bulgaria, ⁵ UTAD, Portugal, ⁶ Institute for Plant Protection, Poznan, Poland,

⁷ National Institute of Biology, Slovenia, ⁸ Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale, Italy, ⁹ Central Science Laboratory, United Kingdom, ¹⁰ Benaki Phytopathological Institute, Greece, ¹¹ Plant Research International, The Netherlands

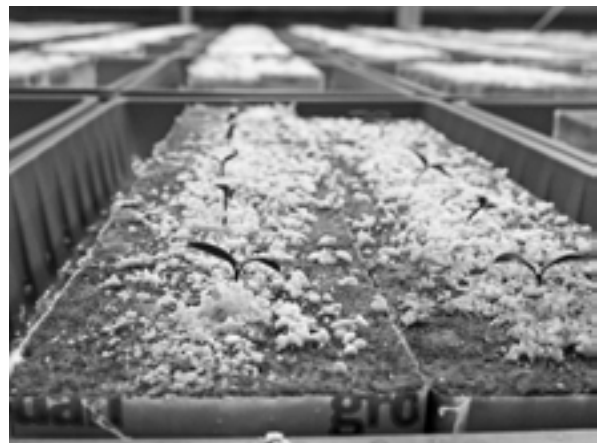
dag-ragnar.blystad@bioforsk.no

Det ble derfor søkt om et EU-prosjekt med det mål å komme fram til en mer enhetlig holdning og bekjempelse. Prosjektet (PEPEIRA, STREP FP6) startet i 2007 og Norge er representert ved Bioforsk Plantehelse. Til sammen samarbeider 20 institusjoner i 17 land i dette prosjektet.

Ett av de viktigste forsøksspørsmålene som undersøkes i prosjektet er frøoverføring. Det ble satt i gang et stort forsøk som involverte forsøk i flere av landene i 2007.

Den belgiske partneren i prosjektet dyrket fram tomatfrukter på PepMV-infiserte planter. Disse plantene var smittet med to stammer av viruset - både den europeiske stammen og den såkalte Chile 2 stammen. Frø fra disse fruktene ble så distribuert til 10 forskningspartnere som sådde dem og plasserte frøplanter i grupper på 10 og 10. Det ble undersøkt for eventuelle PepMV-symtomer på frøplantene. Etter ca 4 uker ble blader fra de 10 plantene som hadde vokst sammen i en gruppe, høstet og testet ved hjelp av ELISA som samleprøver.

I den norske delen av undersøkelsen testet vi i alt 11200 planter (1120 grupper) og fant 2 infiserte. Dette tilsvarer en frøoverføring på 0,018 %. Totalt for alle forsøkene i alle landene var i alt 23 prøver av totalt 8778 samleprøver (0,026 %) positive for PepMV. Dette ble en verifisering av at frøoverføring av PepMV faktisk kan skje, men i en svært lav prosent. Frø fra frukter høstet 8 uker etter smitting av plan-



Figur 1. Frøplanter av tomat som dyrkes i ca 4 uker før testing for pepinomosaikkvirus. Frøet stammer fra frukter høstet fra PepMV-infiserte tomatplanter. Foto: D.-R. Blystad.

tene hadde en lavere prosent frøoverføring (0,005 %) sammenlignet med frø fra frukter høstet 15 uker etter inokulering (0,057 %) I og med at viruset spres svært raskt ved kontaktsmitte kan én infisert frøplanter være nok til å infisere et helt tomatgartneri. Forsøksresultatene når det gjelder frøoverføring vil bli viktige i risikoanalysen som skal utarbeides som én del av dette prosjektet.



Figur 2. I den norske delen av prosjektet ble det testet 11200 frøplanter. Bildet viser mosaikksymptomer forårsaket av pepeinomosaikkvirus på én av de to infiserte frøplantene som ble funnet i den norske delen av frøundersøkelsen. Foto: D.-R. Blystad.

Referanse

Pepeira hjemmeside: <http://www.pepeira.wur.nl/>

Gamle norske urteplanter som er aktuelle i moderne kosthold

Omgrepet tradisjonsmat er vorte vanleg. I denne artikkelen er det tekne med fire norske viltveksande urter som har vore nytta i norsk mat og mattradisjon. Kvann, karve, bergmynte og ramsløk er alle urter som har sin plass i vår matkultur, og som er framleis svært aktuelle å bruka det i moderne kostholdet vårt.

Gunhild Børtnes og Ruth Mordal
Bioforsk Øst Apelsvoll
Gunhild.bortnes@bioforsk.no

Kvann (*Angelica archangelica* L.)

Dette er ei plante som har spela ei svært stor rolle i det norske folk si historie (Fægri 1970). Av historia om Olav Trygvason og dronninga hans Tyra og kvannstilken veit vi at kvann var handelsvare alt før år 1000. Vi har to typar kvann, strandkvann og fjellkvann. Det er først og fremst fjellkvann som er aktuell som grøn-sak, krydder og medisin. Ein variant av fjellkvann er vosskvann. Vosskvann har fylt stilk i motsetning til vanleg fjellkvann som har hul stilk. Heilt opp til vår tid har det vore vanleg med kvanngardar kring Voss i Hordaland. Eg har sjølv sett ein slik så seint som i 1967, men alle skal no vera borte. Tradisjonane med å bruka kvann i kosthaldet er nesten borte i dag . Då

norske vikingar utvandra til Færøyane, Orkenøyane, Island og Grønland tok dei kvann med seg. Der har det helt til det seinaste vore tradisjon med å servera kvannstilker og blad til tørka fisk og kjøtt. Men her er det først og fremst samane som har teke vare på mattradisjonane med kvann. Borgen (1975) fortel i boka si "Urtehagen på Knatten" om samefamilien som serverte stuing av kvanneblad til røykt ørret og tørka reinskjøtt på førsommaren. Elles må det nemnast at kvann var ei svært viktig eksportvare frå Norge i middelalderen. Dette var ei viktig medisinplante som kunne kurera det meste, "det beste pestmiddel som fantes".



Figur 1. Ulike produkt av kvann. Framme frå venstre: tørka rot, lufttørka frø, kandiserte stilkar. Bak frå venstre: mjøl av malt rot og tørka blad. Foto: G. Børtnes.

Ein del firma som sel turka urter har også i dag produkt av kvann. Det er tale om tørka blad, blad, frø, stilkar, kandiserte stilkkaar med meir, sjå figur 1. Bitar av kvannstilkar i rabarbrasyttetøy er mellom anna ein god kombinasjon som blir selt på marked i Midt-Norge.

Karve (*Carum carvi*)

Som legeplante har karve vore brukt frå eldgamalt tid. Karvete eller karve blanda i mjølk eller vatn vart nytta mot eit mangfald av sjukdomar. Den vart også brukt mot trollskap, og dette var kanskje grunnen til at det første måltidet som barselkvinnar fekk etter fødselen skulle vera karvegraut. Bruken av karve i ulike typar brennevin skulle elles vera godt kjent. Ein stor del av den norskproduserte karven går i dag til tilsetjing i ulike typar akevitt. Arbo Høeg (1974) har omtala bruken av karve: I brød og bakverk har karve vore brukt over heile landet. Fram til i dag er den vorten brukt i kjøttmat som pølse, rull, blodmat o.l. Karve vart brukt i fiskeball og klubb og og i fiskesuppe. Som eg kjenner frå Sogn vart karvestilkar nytta til å skvetta vatn på flatbrøleivane. I dag veit vi at mykje av karveproduksjonen går til surkålproduksjon og ein del til ostetypar. På Austlandet kjenner vi pultosten. Vi har for karvefrø ein lang og ubroten tradisjon, men for ein del produkt kan denne tradisjonen gjerne styrkjast.

Bergmynte (*Oreganum vulgare*)

Denne planten har svært mange norske navn, kungsgras, bergkonge, skårakonge, røyspost, skarmynte og skogmynte. Det latinske navnet skal koma av det greske oros, som tyder fjell, og ganos, som tyder pryd, altså fjellpynt. I Norden har den også vore kalla spansk humle, noko som kan koma av at den vart brukt i ølet under brygginga for å gjera det sterkare (Borgen 1975). Bergmynte veks i Norge opp til Meløy-distriktet i Nordland. Den likar kalkrik jord, men veks helst i sørvente bergsider og då gjerne i store mengder. Den bergmynten vi finn i Norge har mildare smak enn den som veks rundt Middelhavet. Bergmynte vert oftast brukt som tørka urt fordi den misser lite av smaken når den vert tørka. Denne planten har mange tradisjonar og har vore brukt mot vonde vetter. På mine trakter i Sogn vart "skårakonge" brukt i kjøttkaker, morrpølse og blodmat. I dag kjenner vi helst bergmynte som pizzakrydder. Men krydderet passar til rettar med tomat aubergin og rotfrukter, td steikte poteter, potetgrateng, kålrotstappe med meir. Borgen fortel at bergmynte vart lagt mellom laga når dei la la sild og fisk i tønner der ho vaks opp på Helgelandskysten. Dei fekk

då frakta store mengder bergmynte frå Ranadistriktet der det vaks rikeleg av denne planta. Det må nevnt at bergmynte frå frø frå Hedmark har kome svært godt ut for antioksydantinnhold. Planter frå Bioforsk Øst Kise vart testa og samanlikna med andre artar av urter dyrka på same stad, og med innkjøpte urter og krydder (Dragland *et al.* 2003). Bioforsk Øst Apelsvoll har i dag ei samling av ca 40 klonar av bergmynte samla inn frå fleire stader nord til Nordland.

Ramsløk (*Allium ursinum*)

Ramsløk veks i humusrik jord langs kysten til Nord-Trøndelag. Den er mild på smak og smaken kan minna om kvitløk. Når kyrene beita på ramsløk fekk mjølka løksmak og dette har vore eit problem i fleire kystdistrikt. Det kan diskutertast kva løk som var vikingane sin løk. Ramsløk (*Allium ursinum*) er i alle fall ein kandidat. Vi veit frå sagaen at løk var vanleg å ha med seg på vikingtokt. Der ramsløken trivs finst den i store mengder. Alle delene på planten kan etast om våren, rot, bladskjeder, blader og blomster. Planten kan brukast som ertstatning for kvitløk. Planten må brukast før blomstring, etter blomstring blir smaken for sterk. Vatn av kokte blad har vore brukt som desinfeksjonsmiddel. Ramsløk har mykje av dei same innholdsstoffa som ein finn i kvitløk. Ein del firma på Vestlandet har teke i bruk ramsløk i sine produkt. Pesto laga på ramsløk blir laga av fleire. Mange kokkar har dei par siste åra teke i bruk denne planten.

Konklusjon

Dei urtene frå norsk natur som er tekne med i dette oversynet er eksempel på at mat og drikke med bruk av desse kan vera tradisjonsmat med stor verdi utover næringsverdien. Dette kan vera mat med historisk og lokal tilknytning, og som er aktuelle i moderne kosthold.

Referansar

- Amilien, V. & E. Krogh. 2007. Den kultiverte maten. Fagbokforlaget. 259 s.
- Borgen, A. 1975. Urtehagen på knatten. 173 s.
- Weisæth, G. 1975. Karvekål og karvefrukter deres forekomst, betydning, sanking og bruk (*Carum carvi*). Rettleing nr. 121 for Institutt for grønnsakdyrking. Norges landbrukshøgskole, Ås-NLH.
- Dragland, S., H. Senoo, K. Wake, K. Holte & R. Blomhof. 2003. Several Culinary and Medicinal Herbs Are Important Sources of Dietary Antioxidants. *J. Nutr.* 133:1286-1290.
- Fægri, K. 1970. Norges planter. Bind I - III. Cappelens forlag.
- Høeg, O.A. 174. *Carum carvi* L. Planter og tradisjoner. Floraen i levende tale og tradisjoner i Norge 1925- 1973. Universitetsforlaget. 751 s.

Gjødslingsnormer og sortsrespons for nitrogen til potet

Målet med gjødslinga i potet er å oppnå et høyt avlingsnivå og riktig kvalitet til potetene. Gjødselpraksisen må være til minst mulig belastning på miljøet. Dette må ikke gå på bekostning av kvalitetskravene de ulike produksjoner har. En nøye gjennomtenkt gjødselplan er det beste verktøyet for å oppnå dette.

Per J. Møllerhagen
Bioforsk Øst
per.mollerhagen@bioforsk.no

Gjødslingsnormer til potet

Gjødselbehovet er avhengig av forventet avlingsnivå, jordart, forgrøde, nitrogenprognoser, sort, produksjonstype, vanning/ikke vanning.

Nitrogenrespons i ulike potetsorter

Hvert år utføres det nitrogengjødslingsforsøk med halvseine potetsorter i Bioforsk sin regi. Feltene er lokalisert til Apelsvoll, Ø.Toten (moldholdig lettleire), og Værnes, Stjørdal (siltig sand).

Det ble brukt 80 kg Fullgjødsel® 6-5-20 mikro på alle ledd, mens nitrogenmengda ble variert med OPTI-KAS™ 27-0-0. Alt radgjødset før setting.

Gjødselkostnaden er fordoblet fra våren 2008. Lønnsomheten ved å øke gjødselmengda vil være avhengig av hvor stor avlingsøkning en får, og om en får eventuelle kvalitetsforringelser ved sterkere N-gjødsling. Til konsumleveranser så er det indre og ytre feil (inkludert skallmisfarging) som vektlegges, mens til friterindustrien så er tørrstoffinnhold og friterfarge viktige tilleggskriterier.

Avlingsrespons

'Saturna' og 'Beate' ga størst meravling på Apelsvoll ved å øke gjødslinga fra 7 til 10,5 kg N/daa (tabell 2). Ved å øke gjødslinga utover 10,5 kg N/daa ga 'Van Gogh' og 'Saturna' størst merutbytte. Minst påvirket av N-nivået er Fakse i samme intervall. 'Redstar' og 'Van Gogh' ga betydelige avlingsøkninger ved økte gjødselmengder på Apelsvoll.

På Værnes ga også 'Saturna' og 'Beate' størst respons på økt N-gjødsling fra 7 til 10,5 kg (tabell 2), og de ga i tillegg størst respons på ytterligere sterkere gjødsling. Minst påvirket av sterkere N-gjødsling (fra 7 kg til 10,5 kg N/daa) var 'Fakse'. Ved å øke gjødslinga ytterligere var det 'Van Gogh' som ga minst respons på avlinga.

Tørrstoffinnhold

På morenejorda på Apelsvoll, fikk vi størst nedgang på 'Rustique' ved å øke fra 7 til 10,5 kg N/daa (-1,4 % enheter). 'Saturna' og 'Redstar' hadde en nedgang på 0,8 % -enheter i samme intervall. Minst påvirket ble 'Asterix' og 'Fakse'. Ved en ytterligere økning i

Tabell 1. Gjødslingsnormer til potet ved ulikt forventet avlingsnivå. Kg/ daa av ulike næringsstoffene

Næringsstoff	Forventet avling tonn/daa				Justeringsmengde pr daa pr tonn potet avvik fra 3 t	Forutsetning
	2,5 t	3 t	3,5 t	4 t		
N	9	10	11	12	2	Normale N-min verdier
P	4,25	4,5	4,75	5,0	0,5	P-AL 4-10
K	14	15,5	17	18,5	3	K-AL 10-16
Ca		1,4-1,6				Ca-AL >80
Mg	0,8	0,9	1,0	1,1		Mg-AL >4

Tabell 2. N-gjødsling til potetsorter. Avling kg/daa > 42 mm er angitt i relative tall i forhold til avlinga ved 7 kg N/daa. Middel for 2006-08, Apelsvoll og Værnes,

Sort	Apelsvoll, kg N/daa			Værnes, kg N/daa		
	7	10,5	14	7	10,5	14
Beate	3312 (100)	123	124	3260	+128	+163
Saturna	3577 (100)	122	132	2923	+130	+148
Asterix	4098 (100)	117	111	3630	+116	+129
Rustique	3608 (100)	115	120	3062	+116	+136
Fakse	4399 (100)	107	110	3987	+109	+120
Van Gogh	3556 (100)	115	132	3691	+118	+119
Redstar	3707 (100)	110	119	3736	+113	+121
Middel	3751	+564	+775	3470	+616	+1130

gjødslinga var det 'Redstar', 'Van Gogh' og 'Rustique' som fikk størst nedgang. Nedgangen i 'Redstar' var 1,3 %- enheter ved å øke N-mengda fra 10,5 til 14 kg N/daa. Minst reduksjon var det på 'Fakse' og 'Asterix' i begge N-mengde intervallene.

På Værnes var det 'Saturna', 'Van Gogh' og 'Redstar' som fikk den største reduksjonen. Som på Apelsvoll var det 'Asterix' og 'Fakse' som ble minst påvirket. En økning utover 10,5 kg N/daa ga størst tørrstoffreduksjon i 'Asterix' og 'Rustique'.

Modningssymtomer på ris

Både på Værnes og på Apelsvoll så vi bare en ubetydelig økning i andel friskt ris ved å øke N-mengda fra 7 til 10,5 kg N/daa. Det var først med N-mengda over 10,5 kg N/daa at vi fikk utslag, og disse var størst på Værnes.

På Apelsvoll var det 'Saturna', 'Redstar' og 'Van Gogh' som fikk mest utsatt modning. Minst påvirkning ble det på 'Asterix' og 'Beate', men disse hadde i utgangspunktet lite avmodning.

På Værnes var det 'Redstar' og 'Fakse' som fikk mest forsinket modning, mens de fem andre sortene fikk en økt frist ris andel på 25-30 %-enheter.

Påvirkninger av andre kvalitetsparametere

Ved å øke N-mengda fra 10,5 til 14 kg N/daa ble friterkvalitet mest svekket i 'Asterix' på begge lokalitetene. 'Beate' sin pommes friteskvalitet ble svekket på Apelsvoll, mens på Værnes var fargen stabil også ved den sterkeste gjødslinga. Chipskvaliteten i 'Saturna' var relativt lite påvirket både på Værnes og Apelsvoll. 'Rustique' hadde meget god og stabil chips- og pommes friteskvalitet på begge lokaliteter uavhengig av gjødselstyrken.

Alle konsumsortene ble mer fastkokende ved økende N-mengder, mens tendensen til bløt struktur kom til synet mest hos 'Fakse' og 'Asterix'. Det var i intervallet 10,5 til 14 kg N/daa at bløtkokningsgraden økte og melenheten ble mindre. Mørkfargninga etter koking økte på de mest utsatte sortene ('Fakse' og 'Redstar').

Det ble observert en økning av grønne knoller i flere sorter og mer sentralnekrose på 'Saturna' ved økende N-mengder.

På bakgrunn av resultatene er det satt opp ei sortsjusteringer i forhold til den generelle gjødslingsnormen. Med en økning utover normen menes det her i størrelsesorden 1-2 kg N/daa.

'Asterix' betaler ikke for sterkeste gjødsling på morenejorda, mens det på lettere jord kan forsvares noe sterkere N-gjødsling i konsumproduksjonen. Til pommes frites er faren for svekket friterkvalitet stor, og en bør derfor ikke gjødsle sterkere enn det normen tilsier.

'Rustique' får en relativ stor nedgang i tørrstoffinnholdet, og selv om økt gjødsling ikke svekker friterfargen bør N-mengda følge normen både på tyngre og lettere jord.

'Redstar' responderer godt på sterkeste N-gjødsling både på tung og lett jord, men fordi sorten ert noe seinere er faren for avflassing blir større, så vil det ikke være å anbefale å gå utover norm- gjødsling.

Er det på tide å redusere fosforgjødslinga ?

Fokuset rundt fosforgjødslingsnormer har vært økende de siste årene. Våre forsøk de tre siste vekstsesongene bør gi oss svar på om fosfornormene til poteter kan reduseres.

Kristian Haug
Bioforsk Øst Apelsvoll
kristian.haug@bioforsk.no

Fosfor er som kjent et viktig næringsstoff for alle jordbruksvekster, også for poteter. Fosfor har effekt både på avling og kvalitet. Rotutvikling, knollansett og modning er sentralt i denne sammenheng.

Det er kjent at av hovednæringsstoffene NPK er det fosfor som i framtida kan bli en begrenset faktor for plantevekst. Samtidig er det vel kjent at når fosfor kommer ut i vann og vassdrag vil det kunne føre til økt algevekst. Det er derfor av interesse at det ikke overdoses med fosfor, samtidig er det viktig å opprettholde avlingsnivå og kvalitet på potetene. I tillegg til dette agronomiske har vi fått en fordobling av gjødselprisen.

Nåværende gjødslingsnorm for poteter er 1,5 kg P per daa, for hvert tonn forventet avling. For ei normalavling på tre tonn tilfører vi da etter norm 4,5 kg P per daa. Dette er relativt mye sammenlignet med de arealmessig store jordbruksvekstene som gras og korn. Det er disse vekstene som dekker henholdsvis to

tredjedeler og en tredjedel av arealet i Norge. Poteter dyrkes kun på om lag 140000 daa. Fosfornormene for korn og gras er justert ned. I poteter har vi forsøk fra de tre siste vekstsesongen, som grunnlag for å trekke en konklusjon om det er grunnlag for å justere ned fosfornormene til poteter. Finnes det muligheter for en mer optimalisert tilføringsform for å utnytte fosforet bedre. Forsøkene har vært fordelt utover i de viktigste potetdistriktene og i de mest aktuelle potetsortene, fra 2006 til 2008.

Spørsmålet er om det går an å redusere fosfortilførselen til poteter uten at det går ut over avling og kvalitet i for stor grad, og at miljøhensynet blir ivaretatt.

Drøfting av resultatene

Sammendraget for denne forsøksserien, fem felt i 2006, seks felt i 2007, og seks felt i 2008 til sammen 17 felt, er framstilt i tabell 2. Forsøksplanen vises i tabell 1. Hovedinntrykket er at forskjellene mellom de fem leddene er relativt beskjedne. Her i denne

Tabell 1. Forsøksplan, fosforgjødsling til halvseine poteter.

Ledd	Gjødsel	N	P	K
1	10 kg N / daa i Fullgjødsel® 11-5-18	10,0	4,2	16,0
2	N, P og K som i ledd 1	10,0	4,2	16,0
3	N og K som i ledd 1, og P 2,0 kg/daa under ledd 1	10,0	2,2	16,0
4	N og K som i ledd 1, og P 4,2 kg/daa under ledd 1	10,0	0,0	16,0
5	N og K som i ledd 1, og P 2,0 kg/daa over ledd 1	10,0	6,2	16,0

Tabell 2. Sammendrag av forsøksserie med fosforgjødsling til halvseine poteter, 2006-2008.

Ledd	Total avling Kg/daa	Avling 42+ Kg/daa	Rel. Avling 42+	Tørrstoff %	Knoller/ plante	Knollvekt gram	Friskt ris %
1	4406	3818	101	23,3	11,0	115	54
2	4391	3783	100	23,4	11,7	107	57
3	4278	3760	99	23,2	10,8	110	59
4	4028	3491	92	23,1	10,3	109	66
5	4491	3895	103	23,4	11,5	111	57

tabellen er det bare tatt med noen parametre som blir kommentert. Avling er bestandig en interessant. I denne sammenheng kommenteres avling over 42 m.m. Dette er den delen av potetavlinga som er av størst betydning for potetdyrkeren. I ledd 1 og to er det den samme mengden næringsstoffer når det gjelder NPK. Avlinga er i praksis lik men det er en tendens til at mikro pakka i Fullgjødse[®] 11-5-18 kan gi en avlingsgevinst. Sammenligningen mellom ledd 2 og ledd 3 viser at effekten på avling er beskjeden ved å redusere fosfor tilførselen med 2 kg P per daa i forhold til normgjødsling. Hvis en ser på effekten av ikke å tilføre fosfor, ble det et avlingstap på 8 %. Ved tilførsel av to kilo fosfor per daa. over norm ble det en avlingsgevinst på 3 %.

Tørrstoffprosenten er lite påvirket av de ulike leddene. Det kan vel antydes en tendens til at tørrstoffinnholdet går ned med redusert mengde tilført fosfor. Den samme tendensen kan og sees når det gjelder antall knoller per plante. Knollansettet reduseres ved redusert fosfortilgang. Friskt ris ved høsting bruker vi som et uttrykk for modenhet. Her ble det og en tendens til at redusert fosfortilgang ga mindre modne poteter. Samtidig viser tallene at tilføring av P utover norm ikke gir mer modne poteter. Effekten på de øvrige utvendige og innvendige kvalitetsparametrene er ubetydelige.

Bedre utnyttelse av tilført fosfor

Denne serien ble også anlagt i 2006 med fem felt. I 2007 var det også anlagt fem felt, men det ene ble

kassert. I 2008 var det fem felt. Denne oppsummeringen baserer seg følgelig på 14 felt. Avlingsforskjellene er marginale mellom leddene. Det samme kan sies om de øvrige målte parametrene. Det som må kunne registreres er at reduksjon av fosfor med 2 kg P per daa reduserer avlinga med 2 %, sjøl om en del av fosforet ble tilført som startgjødse. Bruk av bladgjødse Yara Vita[™] Seniphos har kommet avlingsmessig svakere ut enn sammenlignbare ledd. Antagelig er dette alternativet ikke noen bedre måte å utnytte fosforet på. Tidligere forsøksserier vi har gjennomført indikerer at å tilføre en andel av fosforet som startgjødsling kan vær en fornuftig måte å tilføre fosforet på.

Oppsummering

I denne type forsøk arbeides det med små marginer. Det er ingen selvfølge at det blir sikre og entydige forskjeller mellom leddene. Det er mange forstyrrende elementer som kan overskygge det vi er ute etter å måle. Tendensene i de omtalte forsøk viser at det er grunnlag for å redusere fosfornormene til poteter. Yara har allerede tatt konsekvensen av dette, og lanserer ei ny potetgjødse Fullgjødse[®]12-4-18 mikro, denne gjødsetypen vil komme inn etter hvert som lagrene av Fullgjødse[®]11-5-18 mikro blir utsolgt. Vi skal redusere fosfornormene til poteter, samtidig er det viktig med nødvendig fosfortilgang til potetene slik at det ikke går ut over avling og kvalitet. Delt gjødsling vil bli enda mer aktuelt. Bruk av klorholdig Fullgjødse, supplert med P og K, vurderes i dyrkningsområder hvor det erfaringsmessig er høgt tørrstoffinnhold i potetene.

Dyrkingsteknikk og gjødsling til ferskpotet

Ferskpotet er betegnelsen på tidligpoteten som blir tatt opp så tidlig og er så "fersk" at skallet blir vasket bort. Den omsettes i løpet av noen få dager som ferskvarer. Krav til både poteta og behandlingen av den er spesiell.

Erling Stubhaug¹, Åsmund Bjarte Erøy¹, Sigbjørn Leidal², Tor Anton Guren³, Arne Vagle⁴, Siri Abrahamsen⁵
¹Bioforsk Øst, ²Forsøksringen Agder, ³Forsøksringen SørØst, ⁴Jæren forsøksring, ⁵Vestfold forsøksring
 erling.stubhaug@bioforsk.no

Dyrkingsteknikken for tidligpotet og behandlingen av denne har forandret seg i løpet av de siste årene. Forbrukeren vil i langt større grad ha en vasket potet. Både dyrkere og omsetningsledd er blitt klar over at den helt tidlige poteten må betraktes som en ferskvarer med svært kort tid i omsetningen, og må behandles deretter. Videre har nye sorter gjort seg mer gjeldene, både fordi de gir fine knoller og tåler vasking og etterbehandling godt. Sorten Berber er en slik sort som i løpet av 2-3 år er blitt en "stor" sort i enkelte tidligpotetdistrikter.

Bioforsk Øst Landvik, som har ansvaret for dyrkingsteknikk i tidligpotet, har derfor gjennomført forsøk i flere forsøksserier for å få mer kunnskap om dyrking av den helt tidlige poteta. Forsøkene er til dels blitt gjennomført i forsøksringer.

Gjødsling til ferskpotet

Ulike N-gjødslingsnivåer er blitt utprøvd til 'Berber', dels fordi sorten er forholdsvis ny i tidligdyrkinga her til lands, og det er dermed viktig å få erfaring med den. Alle sorter trenger ikke like sterk gjødsling, og kan reagere forskjellig på de store N-mengdene som av og til brukes i praksis. Forsøksleddene var 9, 12, 15 og 18 kg nitrogen pr. dekar, der 3 kg av disse ble gitt som delgjødsling. Nedenfor følger resultat fra tre forsøk gjennomført i 2008 (gjennomsnittstall):

Forsøkene ble satt andre uke av april og dekket med plast. Denne ble tatt av ca. 20. mai og det ble fore-

tatt delgjødsling da. Høstingen skjedde siste uke av juni. Sorten var 'Berber'.

Økende N-gjødsling har ført til større risvekst og noe grønnere og friskere ris. Videre har en fått sikkert utslag for gjødsling opp til 15 kg N/dekar på to av feltene. Gjennomsnittstallene viser også at det har vært god avlingsrespons for så sterk gjødsling. Dette ser en også på gjennomsnittlig knollvekt, som også har økt opp til 15 kg N. Avlingsnivået her, ca. 2,5 tonn salgbar pr. dekar, er forholdsvis høyt, og i praksis vil det bli høstet ved langt lågere avling enn dette. Men det ser ikke ut til at dette har hatt betydning for resultatene.

Sterk N-gjødsling har ikke hatt nevneverdig innvirkning på tørrstoffprosenten. Muligens reagerer sorten Berber mindre på sterk N-gjødsling enn flere andre sorter, slik en har sett i tidligere forsøk.

Settetid og høstetid til ferskpotet

En fin ferskpotet skal i handelen være reinvaska uten skall. For "gammel" potet vil være vanskelig å få vasket rein. For å oppnå ferskpotet-kvalitet over en lengre periode er det aktuelt å variere settetida/opptakstida. Siste to år er det gjennomført fire forsøk med tre settetider og tre opptakstider. Det var en uke mellom hver settetid/opptakstid.

Størst avling fikk en naturlig nok ved tidligst setting og senest opptak, men er fikk overraskende liten nedgang i salgbar avling ved forskyvning av settetiden.

Tabell 1. Avlingsdata fra 3 forsøk med ulik N-gjødsling til tidligpotet i 2008.

Forsøksledd (kg N pr. daa)	% frisk ris	Farge 10-100	Avling, kg/daa		% t.s.	Gram/ knoll	Kg ris/ daa
			Totalt	Salgbar			
6+3 kg N	93	84	2663	2322	19,0	60	1529
9+3 kg N	92	90	2883	2535	19,2	61	1659
12+3 kg N	93	90	3114	2801	19,0	65	1851
15+3 kg N	97	93	3149	2788	19,1	62	2030

Men høster en tidlig får en størst utslag for settetida. En oppnådde en meravling på 15-25 prosent ved å sette tidligst i forhold til en uke senere. Ved alle settetider har en fått en avlingsøkning på 20-25 prosent pr. uke utsatt høsting, noe som gir en daglig tilvekst i salgbar avling på bortimot 100 kg pr. dekar.

Det kan se ut til at en uke senere setting lett blir kompensert med mer intensiv vekst, spesielt når en setter under plast/fiberduk som i disse forsøkene. Risveksten er aller størst ved siste settetid der en høster tidlig og minst ved tidlig setting, uansett høstetid.

Tørrstoffprosenten er ganske lik ved den seneste høstingen, uansett tidlig eller sen setting. Dette er overraskende all den tid potetene har en alder som skiller to uker. I gjennomsnitt har tørrstoffprosenten økt med 1,5-1,7 enhet for hver uke utsatt høsting dersom en høster på en normal avling (2,5 tonn pr. dekar), men utslagene blir langt mindre dersom en lar potetene stå så lenge i jorda at en har avling på 3,5 tonn pr. dekar.

Skallkvaliteten øker med utsatt høsting, og da en av hensiktene med ferskpotet-produksjonen er å kunne vaske vekk skallet, vil det være riktig å utsette settingen for en del av arealene. Ved forskyving av settetid/opptakstid med suksessiv en uke, vil en få en avling med ganske lik tørrstoffprosent, med noenlunde lik knollstørrelse og med tilnærmet lik mengde skall som lar seg vaske bort. Avlingen øker likevel

med om lag 20 prosent fra uke til uke. Videre ser det ikke ut til at tørrstoffprosent/alder på poteta har noe å si på faren for verken utvendig eller innvendig mørkfarging (sorten Berber).

Settepotetstørrelse og setteavstand til tidligsorten Berber

'Berber' er den av de nyere utenlandske sortene som en har fattet størst interesse for i tidligproduksjonen. Sorten har utpreget seg med svært stor knollansetting og høy tidligavling av fine, ovale knoller med grunne grohull og lyse gult kjøtt. Den passer godt til markedssegmentet vasket ferskpotet. 'Berber' er sterk mot mekaniske skader, er resistent mot PCN og har god resistens mot flere virusykdommer.

Som et ledd i arbeidet med å utvikle dyrkingsteknikk for sorten, er det fra Bioforsk Landvik gjennomført ti forsøk etter samme forsøksplan i løpet av siste tre år. En viser til forsøksopplegg og foreløpige resultater presentert på Plantemøte 2007 (Stubhaug 2007). Gjennomgang og oppsummering av disse forsøkene gjøres på Bioforsk-konferansen, med fullstendig publisering i Bioforsk Fokus.

Referanse

Stubhaug, E. 2007. Setteavstand og knollstørrelse til tidligpotetsorten Berber. Bioforsk FOKUS 2(1):134-135.

Aphid transmission of *Potato virus Y*

In the last 5 years Dutch seed potato growers face increasing problems with *Potato virus Y* (PVY). PVY is a member of the genus *Potyvirus* and is transmitted by aphids in a non-persistent manner. Seed potato lots showing too high virus percentages in post harvest control are declassified into lower quality classes. This declassification leads to high economic losses.

Martin Verbeek
Plant Research International BV, The Netherlands
martin.verbeek@wur.nl



Figure 1: The Dutch PVY control system is based on visual inspection in the field (left), post-harvest serological tests, and a mandatory haulm destruction date for which aphid flights are monitored with high suction traps and yellow water traps (middle). The currently used REFs were determined in the 1980s with aphids caught alive with a conical net (right).

The increasing problems with PVY seem to be in contradiction to the aphid populations in the Netherlands. Over the past 20 years the number of aphids caught by yellow water traps or high suction traps decreased significantly. This includes *Myzus persicae*, which is considered to be the most efficient vector of PVY.

In the Netherlands the control system for PVY is based on monitoring virus infections in the field and flights of a selected group of aphids as well as post-harvest control by ELISA. The aphids caught are counted and assigned a value according to their Relative Efficiency Factor (REF). When the cumulative values reach a certain threshold a date for haulm destruction is set, to prevent virus infections of the tubers.

Given the current problems with PVY, this control system, developed in the 1980's, may no longer be sufficient to control the current virus situation in the field. Three main questions formed the basis of our research that started in 2006:

- It was generally assumed that the main PVY strains present in the Dutch fields were PVY^N

and PVY^O. Has the field situation changed and are new strains or recombinants already present in the Netherlands?

- The climate is changing and winters are becoming warmer. Have new, PVY-transmitting, aphid species entered Dutch fields?
- Are the Relative Efficiency Factors, as determined in the 1980's, still valid for *M. persicae* and other aphids for the PVY strains found in the Netherlands nowadays?

In 2006 and 2007 potato samples from the control field of the Dutch General Inspection Service (NAK) were tested for the presence of PVY. At these control fields representative samples from potato tubers grown all over the Netherlands are planted. In both years from 100 PVY-positive samples the PVY-strain was determined by using test plants, strain-specific serology and RT-PCR. These analyses showed that the majority of infections were caused by the strains PVY^O, PVY^{NTN}, and PVY^N-Wilga. We did not find the C-strain of PVY and only a few infections with PVY^N.

To investigate whether new aphid species were present in the fields, the inspection service NAK expanded their efforts in aphid determination and counting. Normally, the NAK looks for 14 aphid species of which is known that they transmit PVY. During the last three years, the NAK determined the species of all aphids caught during the potato growing season. The results of this inventory were compared to aphid catching figures from the 1980's. The first observation is that the number of caught aphids is much less than in the 1980's. The second observation is that there were no new species caught in the Dutch potato fields compared to the catches in the 1980s.

Regarding the third question the determination of the aphids' Relative Efficiency Factors (REF) was examined in our project. In the past REF's were determined by catching alive winged aphids from the potato field with a conical net. These aphids were allowed to acquire PVY and to inoculate healthy potato plants subsequently. The aphids were then stored in alcohol and afterwards the individual aphids were examined for their species. This way of determination of REFs

is very laborious and time-consuming. We have set up a new system to determine the REF's for known PVY transmitters and other aphids that are presently caught in the field. In our system we do not use alive-caught aphids, but reared clones of aphids. The reared aphids are permitted to acquire PVY from potato leaves and are then transferred to young *Physalis floridana* seedlings. Two-three weeks after inoculation the rate of transmission is easily monitored by counting the number of test plants showing symptoms. Advantages of this new method are that it can be carried out during the whole year and that it needs relatively less greenhouse space. With this new method we tested the REF's of 18 aphid species transmitting isolates of PVY^N, PVY^{NTM}, and PVY^N-Wilga. The REF's determined in 2007 and 2008 for PVY^N match those determined in the 1980's very well. However, when transmitting the new strains of PVY, some aphid species are more efficient and their REF's should be re-evaluated when the new PVY strains are present in the field. Ideally, this will lead to more reliable haulm destruction dates, which will help in the control of PVY.

Arbeid med forbedring av tørråtevarslingen

En forbedret tørråtevarslingsmodell er utviklet basert på forsøk med sporefelle og fangstplanter. Modellen beregner risikoen for sporeproduksjon med påfølgende sporespredning, overlevelse og infeksjon ut fra klimadata på timebasis, forutsatt at det er tørråtesmitte i området.

Ragnhild Nærstad, Vinh Hong Le og Arne Hermansen
Bioforsk Plantehelsetilstand
ragnhild.naerstad@bioforsk.no

Innledning

Potettørråte, forårsaket av soppen *Phytophthora infestans*, er et betydelig problem i potetproduksjonen. Normalt sprøytes det med fungicid fra tre til åtte ganger for å bekjempe tørråte i potet i Norge. For å få optimal effekt mot soppen er det viktig å rette sprøytingene slik at de utføres kort tid før en infeksjon kan skje. Utvikling av en tørråteepidemi er svært avhengig av været. Dette har vært kjent lenge og det har derfor blitt utviklet varlingsmodeller for sykdommen. I Norge har vi hatt operativ tørråtevarsling siden 1957. Tørråtesoppen har forandret seg i løpet av årene, og i et nordisk prosjekt, kalt NORPHYT, har det blitt gjennomført nye forsøk for å studere faktorene som styrer sporeproduksjon og infeksjon. I et annet forsøk har effekten av soleksponering på overlevelsen av sporene blitt undersøkt. Ny kunnskap fra disse forsøkene kombinert med akkumulert kunnskap fra tørråteforskningen generelt danner basisen for utvikling av en forbedret tørråtevarslingsmodell.

Material og metoder

I NORPHYT-forsøkene (2006 -2008) ble en sporefelle plassert i en "tom" rute i midten av et potetfelt. Feltet ble smittet med tørråte. I den tomme ruten i feltet ble det daglig satt ut og tatt inn fangstplanter for å fange eventuell smitte av tørråte. Som fangstplanter ble det brukt potetplanter dyrket i potter i veksthus av sorten Bintje, som er veldig tørråtemotakelig. Det ene settet med fangstplanter ble satt ut klokken åtte på morgen og tatt inn klokken tre på ettermiddagen og inkubert fuktig. Det andre settet ble satt ut klokken tre på ettermiddagen og tatt inn igjen klokken tre den påfølgende ettermiddagen og inkubert tørt. Tørråteinfeksjon på fangstplantene ble registrert etter en ukes inkubering. Sporene fanget i sporefellen ble talt i mikroskop og registrert på timebasis. Infeksjonsdata og sporetallene ble sammenholdt med klimadataene (temperatur, luftfuktighet, nedbør, bladfukt og globalstråling) for å bestemme faktorene som styrer sporeproduksjon og infeksjon.

I soleksponeringsforsøket ble tørråtesporer produsert på potetblad overført til filtre som ble lagt ute på et stativ i direkte sollys eller i skygge og tatt inn til ulike tider. Overlevelsen til sporene ble målt ved deres evne til å spire på erteagur.

Resultater og diskusjon

Tre års forsøk med sporefeller og fangstplanter viste at det trengs en fuktperiode, med "vanndampmangel" under 220 Pa, for at soppen kan produsere sporer. (Vanndampmangel, eller metningsdefisitt, er mengden vanndamp, målt som trykk, som luften prøver å tiltrekke seg). Etter en slik periode med temperatursum på 80 timegrader lages de første sporene. En liten pause i fuktperioden, så lenge vanndampmangelen forblir under 520 Pa, reduserer bare sporuleringshastigheten og sporeproduksjonen kan fortsette igjen hvis fuktigheten fortsetter. Fuktperioden forekommer ofte om natten. For at sporene skal spres i luft trengs en "dropp" i fuktigheten i luftlaget rundt sporebærerne, enten forårsaket av solas oppvarming av bladflaten eller en nedgang i luftfuktigheten. Denne droppen forekommer ofte om morgenen. Sporefangsten i fellen var ofte størst i morgentimene. Regn vasker ned sporer, og det var lav sporefangst i perioder med regn. Hvis bladet er vått eller det ikke er noen dropp i fuktigheten kan sporene forbli hengende på sporebærerne i to til tre dager før de dør. For at tørråtesporene skal spire må det være fritt vann på bladene, fra regn eller dugg. For å kunne gi ny infeksjon må perioden med våte blader vare lenge nok, minimum 40 timegrader, til at tørråtesporene både rekker å spire og å infisere bladene. Jo lenger denne perioden er jo høyere andel av sporene klarer å infisere.

Enkelte dager ble det observert mer tørråte i fangstplantene som var inkubert tørt enn i de som var inkubert vått. Dette skjedde når det var sporeslipp på morgen og plantene som hadde stått ute hele natten

fremdeles hadde dugg på seg og duggen forble lenge nok utover morgenen til at sporene rakk å infisere. Fangstplantene som ble satt ut klokken åtte på morgenen kom fra drivhuset og var derfor tørre. Sporene som landet på disse måtte derfor klare å overleve helt til den våte inkuberingen på ettermiddagen, noe de ofte ikke gjorde, særlig når det var mye sol. Soleksponeringsforsøket viste at tørråtesporene tåler dårlig direkte sollys. En time i sterkt sollys var nok til å drepe mesteparten av tørråtesporene. Dette viser at forhold for overlevelse av sporene også må være med i varslingsmodellen.

Det er forskjellige værforhold som fremmer de ulike trinnene i tørråtesoppens syklus. Sol fremmer sporespredning, men hemmer overlevelse. Våte blader hemmer sporespredning, men fremmer spiring og infeksjon. Det hjelper ikke soppen at det er gode infeksjonsforhold hvis den ikke har klart å produsere sporer eller at sporene ikke er levedyktige. Hvert eneste trinn må oppfylles og trinnene må oppfylles i riktig rekkefølge for at soppen skal få gjort skade. Den forbedrede tørråtemodellen er basert på klimadata på timebasis og beregner risikoen for sporeproduksjon med påfølgende sporespredning, overlevelse og infeksjon, forutsatt at det er tørråtesmitte i området. Foreløpig er det bare de logiske setningene

i modellen som er laget. Det gjenstår å programmere disse inn i en rutine som innhenter klimadata og presenterer resultatene på en internettside. Modellen er tenkt kjørt på værprognoser kombinert med målte klimaverdier. En ulempe med modellen er at den krever bladfuktverdier, noe som det ennå ikke er tilgjengelig gode prognoser for. Når modellen blir tilgjengelig i VIPS er uklart, men vi håper å få lagd en testmodell i 2009.

Konklusjon

Sporeproduksjon skjer under lange fuktperioder, noe som oftest forekommer om natten. Sporespredning skjer ved dropp i luftfuktigheten, som oftest skjer ved soloppgang på morgenen. Hvis det er dugg i potetriset som forblir noen timer etter soloppgang kan soppen rekke å infisere. Hvis det ikke er dugg må sporene overleve helt til neste periode med våte blader for å kunne gjøre skade. Overlevelsen av sporene reduseres kraftig av sterkt sollys. En tørråtemodell som beregner risikoen for sporeproduksjon med påfølgende sporespredning, overlevelse og infeksjon, forutsatt at det er tørråtesmitte i området, er lagd. Det er behov for mer forsøk for å validere denne modellen med værprognoser. Det er også behov for utvikling av en god bladfuktprognose.

Tidlige prognoser for kornavlingene ved bruk av værdata

Målet med dette toårige prosjektet har vært å utvikle en ny og objektiv metode for å lage tidlige (per 1. august) prognoser på dekaravlinger (kg korn per daa) av norskprodusert korn. Her presenteres avlingsprognoser for bygg, havre og rug for årene 2005-2007, der den nye metoden sammenlignes med dagens metode og faktiske målinger.

Audun Korsæth
Bioforsk Øst Apelsvoll
audun.korsaeth@bioforsk.no

Bakgrunn

Tidlige og presise prognoser over norsk kornproduksjon er viktig for en god og effektiv regulering av kornmarkedet. I dag baseres de tidlige prognosene på en vurdering av avlingsnivået i slutten av juli for hver av kornartene i 12 utvalgte forsøksringer (Norsk Landbruksrådgiving), som til sammen dekker de viktigste kornområdene. Denne vurderingen gjøres ut fra visuelle betraktninger og skjønn. Et system med subjektive vurderinger basert på omfattende kunnskap, blant annet om tidligere år, er veldig avhengig av personene som gjør vurderingene. Systemet er dermed sårbart.

Metode

De historiske data som benyttes i prosjektet stammer fra Bioforsk sine målestasjoner (værdata) og fra SSB (areal- og avlingsdata). Værdata som benyttes er nedbør, temperatur, vind, luftfuktighet og globalstråling. I tillegg blir aktuell fordamping beregnet. Værdata foreligger som døgnverdier, men det er vanligvis vanskelig å finne sammenhenger mellom været den enkelte dag og plantenes vekstforhold. Følgelig må en gjøre om døgnverdiene til lengre perioder. Det ble valgt å summere/midle værdata innenfor fem perioder som tilsvarer viktige fenologiske faser av kornplantens utvikling; fase 1: Såing (Z00) - spiring (Z09), fase 2: Begynnende bladutvikling (Z10) - endt busking (Z29), fase 3: Begynnende strekning (Z30) - endt skyting (Z59), fase 4: Begynnende blomstring (Z60) - gulmodning (Z87) og fase 5: Gulmodent korn (Z88) - Tresking (Z90). Siden prognosen skal gis per 1. august, vil kornet normalt ikke nå fase 5. Slutten på fase 4 settes til 31. juli. Verdier for faseskift varierer med kornart og region og er beregnet med basis i resultater fra Bioforsk sine sortsforsøk. For å beregne faseskiftene benyttes

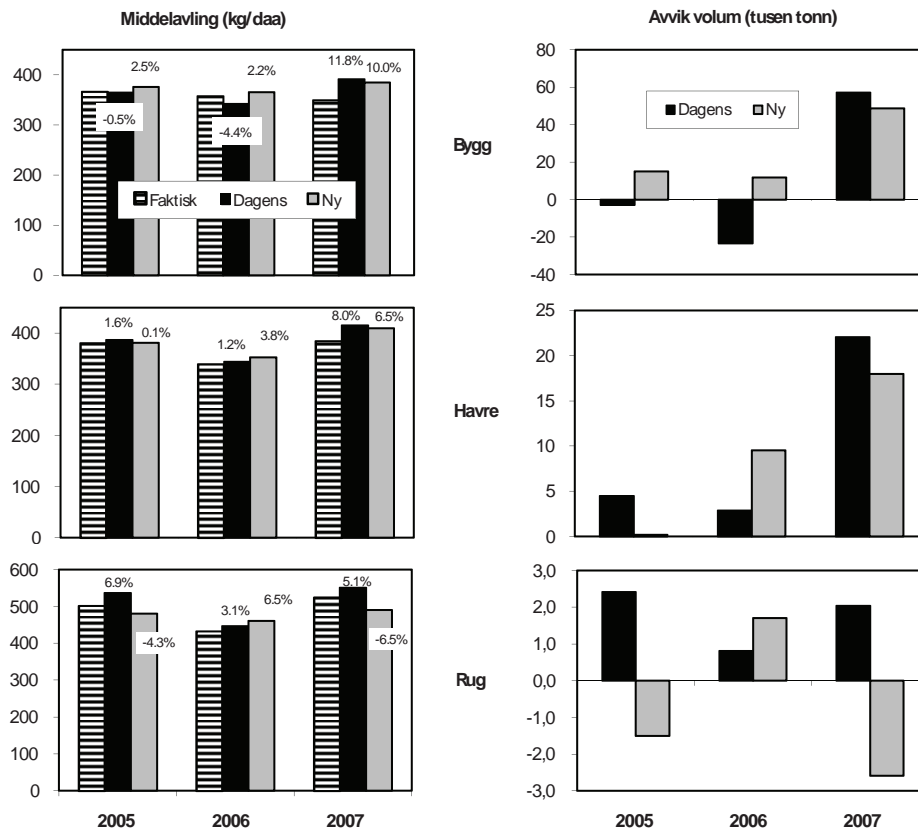
varmesummer (akkumulerte verdier, basistemperatur = 0°C). Innenfor hver fase beregnes nedbørsoverskudd/underskudd som nedbør minus fordamping, samt varigheten (antall dager) av hver fase. År tas også med som forklaringsvariabel, slik at det til sammen blir 33 potensielle regressorer (8 værvARIABLER x 4 faser + år), som testes i lineære regresjonsmodeller, der avling er den avhengige variabelen. For rug (og høstvetete) inngår også informasjon om overvintring, basert på registreringer av overvintring i Bioforsk sine sortsforsøk i rug og hvete (regionsspesifikk overvintringsindeks).

Historiske data på avlinger og areal er tilgjengelig på kommunenivå. De kommunene som til sammen sto for mindre enn 5 % av den totale middelproduksjonen (for hver kornart) i årene 1990-2004 ble ekskludert. De resterende kommunene ble deretter gruppert i 25 geografiske enheter (14 for rug og hvete), basert på kommunenes plassering i forhold til nærmeste værstation med globalstråling, og til dels også ut fra en vurdering av lokale værforhold, ved hjelp av ringledere i de enkelte regionene.

For hver geografiske enhet er det plukket ut et gårdsbruk som er mest mulig representativ med hensyn til såtid, og som har systematisk registrering av sådato også bakover i tid. Fra disse brukene benyttes første sådato for vårkorn som startdag for fase 1 hvert år.

Et program er utviklet i MATLAB for henting av avlinger og klimadata fra databaser, tilpasning av lineære regresjonsmodeller, samt en statistisk basert utvelgelse av beste modell.

For å lage en prognose for et år, brukes værdata fra samme år til og med den 31. juli som drivdata i de



Figur 1. Målte middelavlinger (Faktisk) for bygg, havre og rug for årene 2005-2007 og korresponderende middelavlinger beregnet med dagens prognosemetode (Dagens) og med ny prognosemetode (Ny) (venstre del av figuren), og avvik i kalkulerede produksjonskvanta (volum) for begge prognosemetodene (høyre del av figuren).

utvalgte modellene. Modellene gir da en beregnet dekaravling for hver kornart og geografisk enhet. Basert på fjorårets arealfordeling, lages så en arealveid, landsdekkende middelavling for hver kornart.

Resultater

Avviket mellom faktisk og beregnet (ny metode) middelavling i perioden 2005-2007 overskred ikke 10 % for noen av artene (figur 1, venstre del), og for havre og rug var avviket alltid mindre enn 7 %. Størst avvik var det i 2007, da byggavlingen ble overestimert med 10 %. Dagens metode ga imidlertid et enda større avvik (11.8 %) dette året. Samme tendens var også å se for havre i 2007.

Den værbaserte metoden (ny metode) for avlingsestimering traff målt (faktisk) middelavling bedre enn dagens metode i to av tre år for bygg og havre og i ett av tre år for rug (figur 1, venstre del).

Totale produksjonskvanta ble beregnet ved å multiplisere middelavlingen for hver art med de respektive, faktiske dyrkingsarealene (figur 1 høyre side). De ulike

nivåene (ulik skala på y-aksene) gjenspeiler i stor grad forskjellene i dyrkingsareal mellom bygg, havre og rug.

Den nye metoden ga et akkumulert avvik (absoluttverdier summert over tre år) i beregnet produksjonskvantum av bygg som ville vært 8109 tonn lavere enn med dagens metode. Tilsvarende var avviket i estimert kvantum for havre 1765 tonn lavere med den nye metoden enn med dagens metode. For rug ga den nye metoden et noe dårligere resultat enn dagens metode, med 539 tonn større akkumulert avvik.

Konklusjon

Resultatene viser at den nye metoden som bruker historiske vær- og avlingsdata konkurrerer godt med den mer subjektive metoden basert på skjønn. Den tidlige avlingsprognosen for bygg og havre ville totalt sett (over de tre årene testet her) blitt bedre med den nye metoden enn med dagens metode. Dagens metode var bedre for å prognosere rug, men forskjellene mellom metodene var imidlertid små for denne arten.

Markørassistert seleksjon i norsk hveteforedling

Markørassistert seleksjon gir store muligheter for mer effektiv seleksjon for egenskaper som ellers er vanskelige å håndtere ved tradisjonelt visuelt utvalg i felt. Metoden blir nå tatt i bruk i seleksjonen for bedre resistens mot aksfusariose og mjøldogg i norsk hveteforedling.

Jon Arne Dieseth¹, Morten Lillemo², Muath Alsheikh¹, Helge Skinnes² og Åsmund Bjørnstad²

¹ Graminor AS, ² Universitetet for miljø- og biovitenskap

jon.arne.dieseth@graminor.no

Planteforedling går ut på å skape genetisk variasjon i foredlingsmaterialet for så å gjøre utvalg av de beste individene. Siden utvalget skjer på bakgrunn av plantenes fenotype, blir framgangen i foredlingsarbeidet i stor grad bestemt av arvbarheten til de enkelte egenskapene. For noen egenskaper, som snerp og strå lengde i hvete, er det enkelt å gjøre utvalg siden det meste av variasjonen styres av noen få gener med dominerende effekt. I samme gruppe kommer gener for rasespesifikk sykdomsresistens. I de fleste tilfeller er det imidlertid mye vanskeligere å identifisere de beste individene. Dette gjelder blant annet resistens mot aksfusariose, hvor angrepsgraden er svært væravhengig. Resistensen er dessuten styrt av mange gener som hver har relativt liten effekt. Effekten av seleksjon i felt blir derfor svært vilkårlig med mindre man tyr til arbeidskrevende og kostbare forsøk med kunstig smitting og dusjvanning. For denne typen egenskaper vil man ha stor fordel av å kunne selekttere de beste genotypene direkte ved hjelp av molekylære markører.

Molekylære markører er basert på lett identifiserbare variasjoner i DNA-sekvenser som kan kartlegges til presise posisjoner på kromosomene. Dersom en slik markør er nært koblet til et gen, som påvirker de egenskapene man er interessert i, kan man etter en krysning gjøre direkte utvalg basert på denne markøren. Det er dette som kalles markør-assistert seleksjon (MAS). En gruppe svært anvendbare markører i hvete er mikrosatellitter eller SSR-markører, som kan genotypes svært pålitelig ved hjelp av PCR. Disse er basert på lengdevariasjonen i enkle repeterende DNA-sekvenser. Effekten av MAS basert på SSR-markører er avhengig av hvor nært markøren er koblet til det genet man ønsker å selekttere for. Etter hvert som

de enkelte genene blir isolert og sekvensert, vil man kunne lage funksjonelle markører som vil være helt eksakte.

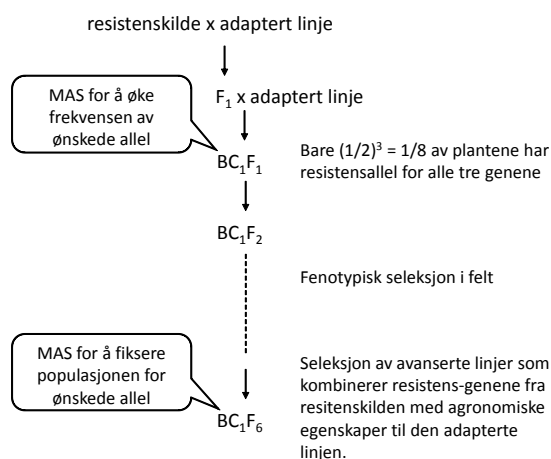
Graminor AS og institutt for plante og miljøvitenskap har over mange år hatt et nært samarbeid når det gjelder genetisk kartlegging av sykdomsresistens i hvete, og identifisering av markører som kan nyttes i praktisk foredling. Mye fokus har vært rettet mot aksfusariose, siden denne sykdommen ikke bare medfører betydelige avlingstap, men også produksjon av helseskadelige mykotoksiner i infiserte korn. Tidligere undersøkelser har vist at det norske vårhvetematerialet er middels til sterkt mottakelig for aksfusariose. Variasjonen i resistens mot sykdommen er begrenset, og en kan ikke forvente at det vil være mulig å foredle fram sorter med et tilfredsstillende resistensnivå fra dette materialet. Vi har derfor måttet ty til krysning med kinesiske resistenslinjer som er lite adapterte til norske forhold, noe som er svært vanskelig og tidkrevende med konvensjonelle metoder. Det geniale med MAS er at man kan identifisere direkte hvilke avkomslinjer som har de rette resistensgenene, og deretter konsentrere utvalget for andre egenskaper til kun disse linjene. Dette muliggjør store effektiviseringer i foredlingsarbeidet i og med at man ikke behøver å bruke ressurser på individer uten ønskede resistensgener, som det ellers ville krevd store ressurser å identifisere.

Vi har i tillegg arbeidet med markører for partiell resistens mot mjøldogg. Partielle resistensgen har hver for seg relativt liten effekt på mjøldoggen og er derfor vanskelige å arbeide med ved vanlig visuell seleksjon. Det kreves at flere slike gener med mindre effekt er til stede for å gi planene en tilfredsstillende

beskyttelse. Denne resistensen vil imidlertid være varig og brytes ikke slik vi har sett så mange ganger med rasespesifikk resistens. Et annet problemet med tradisjonell seleksjon er at rasespesifikke resistensgen som finnes i foredlingsmaterialet ofte maskerer effekten av den partielle resistensen. Ved hjelp av markører kan man selektere direkte for de genene som gir partiell resistens.

Gjennom NFR-prosjektet "Norwegian bread wheat with high quality and sustainable disease resistance through marker-assisted selection" (2008-2011) er markører for *fusarium*- og mjøldoggesistens nå i ferd med å bli tatt bruk i praktisk hveteforedling. Et anvendbart foredlingsopplegg når man bruker relativt uadapterte resistensilder er enkel tilbakekryssing, som er skissert i figur 1.

Foredlingsstrategi for MAS ved enkel tilbakekryssing



Figur 1. Eksempel på bruk av MAS i et foredlingsopplegg med enkel tilbakekryssing hvor resistenskilden har tre resistensgener som skal overføres til adaptert materiale.

For seleksjonen som gjøres denne vinteren ble kryssing og første tilbakekryssing gjort i veksthus på Bjørke vintrene 2006/07 og 2007/08. Korn fra tilbakekryssinga er sådd i pluggplantebrett i veksthus på

Bjørke i november 2008. På 2-3 bladsstadiet klippes et par blader av plantene og puttes i reagensrør. DNA blir så ekstrahert fra disse bladprøvene på laboratoriet på Bjørke. Plantene settes deretter inn på et kjølerom med lys ved 4 °C i påvente av resultatene fra markøranalysen, som utføres ved UMB på Ås. Til kjøring av SSR-markører benyttes M13-farging, som muliggjør multipleksing, dvs at flere markører kan analyseres samtidig i den samme prøva, og genotyping ved kapillær elektroforese på ABI3730-instrumentet ved CIGENE (Centre for Integrative Genetics). Når resultatene foreligger, blir plantene med ønskede markørallel hentet ut fra kjølerommet og dyrka fram til modning.

Mye av kostnadene i markørassistert seleksjon er knytta til uttaket av vevsprøver og DNA-ekstraksjonen. Metoden vi bruker nå med å dyrke småplanter i brett, manuell homogenisering av plantematerialet og manuell DNA ekstraksjon er arbeidskrevende. Mye kan mekaniseres, og vi har en målsetting om å kunne ekstrahere DNA fra en liten bit av kornets endosperm. På denne måten kan markøranalysen gjøres unna før kornet sås. Mulighetene ligger også åpne for overgang til funksjonelle SNP-markører etter hvert som disse blir utviklet og gjort tilgjengelig gjennom internasjonalt samarbeid.

Omfanget på MAS i 2008/09-sesongen er to tusen prøver, basert på kryssinger med resistenskildene Saar og USG3209 for partiell resistens mot mjøldog, og CJ9306 og Ning 8343 for *fusarium*resistens. Dette omfanget må økes betraktelig for å kunne dra full nytte av teknologien. I de kommende åra er det planlagt å implementere MAS også for kvalitetsegenskaper som høgt proteininnhold, basert på Gpc-B1 genet fra *T. dicoccoides*, og glutensammensetning basert på PCR-markører for høg molekylære og lav molekylære glutenproteiner. Det er også ønskelig å kunne ta i bruk markører til å forbedre resistensen mot hvetebladprikk og hveteaksprikk, når disse blir tilgjengelig.

Nye aktuelle kornsorter

Resultater fra offisiell verdiprøving av plantesorter danner grunnlaget for godkjenning av nye kornsorter for den norske sortslista. I denne artikkelen omtales alle kornsortene som avsluttet tre års verdiprøving i 2008, og som dermed kan vurderes for godkjenning av Plantesorstnemnda vinteren 2009. Fem byggsorter, tre havresorter og to vårhvetesorter fullførte prøvingen i 2008. Fullført prøving er imidlertid ikke ensbetydende med at alle sortene er like aktuelle for praktisk dyrking.

Mauritz Åsveen
Bioforsk Øst
mauritz.aassveen@bioforsk.no

Bygg

Bygg er den viktigste kornarten i Norge, både arealmessig og som komponent i kraftforblandinger. Hvis en ønsker å opprettholde kornproduksjonen i mer marginale dyrkingsområder, er tidlige byggsorter av essensiell betydning. Høy kornavling har alltid vært, og vil fortsatt være et viktig foredlingsmål både for bygg og andre kornarter. Det samme gjelder sjukdomsresistens og andre dyrkingsegenskaper som påvirker avlingsdannelsen. Kvalitetsegenskaper for ulike bruksområder har imidlertid fått stadig sterkere fokus de siste årene, og den utviklingen vil bare forsterkes framover. Etter hvert som bygg tas mer i bruk også i humanernæringen, vil det fokuseres på nye kvalitetsparametere. For en del slike parametere vil optimalt innhold for matproduksjon avvike fra det som er gunstigst til dyrefor.

GN02037

En halvsein, svært yterik 6-radslinje med relativt kort strå, god stråstyrke og bra stråkvalitet. GN02037 har bra resistens både mot mjøldogg, grå øyeflekk og byggbrunflekk, men ser ut til å være ganske svak mot spragleflekk. Den har bra hektolitervekt og tusenkornvekt, men relativt lavt proteininnhold. Spiretregghetsindeksen relativt lav. Sorten er lett å treske, det vil si at snerpet slås lett av ved tresking.

GN02083

En sein 6-radslinje med veksttid omtrent som Edel. GN02083 er ikke så yterik som Edel, men har kortere strå og god stråstyrke og stråkvalitet. Den er bra sterk mot mjøldogg, grå øyeflekk og byggbrunflekk, men svakere mot spragleflekk. Ellers er ikke GN02083 noe framskritt i forhold til Edel, og den er heller ikke bedre enn den tidligere linja GN02037, verken når det gjelder avling eller andre viktige egenskaper.

Marigold

En relativt tidlig og svært yterik 2-radssort som kan sammenlignes med Iver når det gjelder veksttid. Marigold er ikke av de mest stråstive, men ser ut til å ha god stråkvalitet. Sorten er resistent mot mjøldogg, og virker også sterk mot grå øyeflekk og byggbrunflekk. Den har også resistens mot havrecystenematode. Marigold har middels høy hektolitervekt og er storkornet. Proteininnholdet er relativt lavt. Spiretregghetsindeksen er ganske høy. Middels tung å treske, omtrent som Helium.

Gustav (SW2871)

En sein, yterik 2-radssort som kan sammenlignes med Annabell og Tocada når det gjelder veksttid. Gustav er svært kort, med god stråstyrke og stråkvalitet. Den har bra resistens mot mjøldogg, grå øyeflekk og byggbrunflekk, og sorten har nematoderesistens. Gustav har middels høy hektoliter- og tusenkornvekt. Proteininnholdet er relativt lavt. Som de fleste av de seine 2-radssortene, er Gustav litt tung å treske.

Sj043065

En svært sein 2-radslinje, minst like sein som Annabell og Tocada. Sj043065 er svært kort med god stråstyrke og stråkvalitet. Den er bra sterk mot mjøldogg, grå øyeflekk og byggbrunflekk, men relativt svak mot spragleflekk. Har resistens mot havrecystenematode. Middels høy hektoliter- og tusenkornvekt, og lavt proteininnhold. Sj043065 er svært tung å treske. Den klart verste sorten vi har hatt i prøvingen så langt når det gjelder denne egenskapen. Med unntak av litt svakere angrep av grå øyeflekk, er ikke Sj043065 noe framskritt i forhold til Tocada i noen vesentlige egenskaper.

Havre

For havre gjelder mye av det samme som er nevnt for bygg. Også her er det de siste årene fokusert sterkt på kvalitetsegenskaper som er viktige for förverdien når havre brukes i kraftfôrblandinger. Både i foredlingsarbeidet og i utprøvingen av nye sorter tillegges egenskaper som lavt skallinnhold, høy hektolitervekt, høyt proteininnhold og høyt fettinnhold stor vekt. Som for bygg, er det nå en økende interesse for å ta i bruk mer havre i humanernæringen. Da vil andre kvalitetsegenskaper, for eksempel innhold av beta-glukaner og antioksidanter, være av stor interesse.

NK03079

Har ca 3 dager kortere veksttid enn Belinda. Den har dermed omtrent samme tidlighet som de halvseine sortene Bessin og Lena. I dag er det ingen praktisk dyrking av sorter i denne tidlighetsklassen, og det er rom for en ny havresort mellom de tidlige og de aller seineste sortene. NK03079 har noe lavere kornavling enn de seinere sortene Belinda, Nes og Aveny, men pga lavere skallprosent er kjerneavlingen minst på høyde med Belindas. NK03079 har relativt langt strå, men stråstyrken er god. Sorten har høy hektolitervekt, høyt proteininnhold og høyt fettinnhold. I tillegg er skallinnholdet lavt. Dette tilsier en meget god förverdi. En del eksterne analyser viser at NK03079 har et høyt innhold av beta-glukaner. Denne fiberfraksjonen betraktes som svært gunstig i humanernæringen. NK03079 er derfor en sort med interessant kornkvalitet, selv om den ikke når opp mot de mest yterike sortene når det gjelder kornavling.

Scorpion

En sein sort med veksttid som Belinda. Kornavlingen er litt i overkant av Belindas, mens kjerneavlingen er 5 prosent høyere pga nær 2 prosentenheter lavere skallprosent. Hektolitervekt og tusenkornvekt er klart høyere enn hos Belinda, og proteininnholdet er det samme. Så selv om fettinnholdet er lavere enn hos Belinda, så er Scorpion en sort med god förverdi.

NORD04/1010

En svært sein dvergsort med ekstremt kort strå og god stråstyrke. Den er nok flere dager seinere enn Belinda, og i 2008 ble den aldri skikkelig moden i en del av forsøkene. Dette er ingen fordel under norske forhold med vanskelige innhøstingsforhold seint på høsten. Avlingsmessig ligger den 10-15 prosent under de andre seine sortene. Noe av denne avlingsforskjellen kan skyldes at en sort som er 25-30 cm

kortere enn sorter den blir prøvd sammen med, kan bli underestimert avlingsmessig på grunn av skyggeeffekten fra nabosortene. Men en slik skyggeeffekt utgjør nok maksimalt halvparten av de registrerte avlingsforskjellene. NORD04/1010 er ingen toppsort kvalitetsmessig. Den har ekstremt lav hektolitervekt og tusenkornvekt. Protein- og fettinnholdet er også svært lavt. Selv om skallinnholdet er lavt, så tilsier disse resultatene at förverdien er relativt dårlig.

Vårhvete

Norge ligger klimatisk sett helt på grensen når det gjelder å produsere mathvete med tilfredsstillende og stabil kvalitet. Likevel har vi gjennom tilpasset sortsvalg og dyrkingsteknikk klart å øke andelen av norskprodusert konvensjonell mathvete opp til 70-80 prosent de siste årene. Den aller viktigste kvalitetsparameteren for å kunne opprettholde en slik andel er falltallet. De sesongene vi har hatt en lav andel norskprodusert mathvete skyldes i stor grad for lavt falltall.

GN00521

En svært kort, stråstiv linje med veksttid mellom Bjarne og Zebra. Den har skuffet stort avlingsmessig de to siste årene, og gir ikke så mye høyere avling over år enn tidligsorten Bastian. GN00521 er ganske sterk mot mjøldogg, men har en del angrep av hveteaksprikk. Denne sjukdommen sprer seg raskt opp i akset på en så kort sort. Den har relativt lav hektoliter- og tusenkornvekt. Proteininnholdet er høyt, og proteinkvaliteten er sterk med høye SDS sedimentasjonstall. Det mest betenkelige er at falltallet for sorten var lavest av alle sorter som var med i prøvingen i 2008.

GN03531

En svært sein linje. Den har 1-2 dager lengre veksttid enn Zebra. GN03531 har relativt langt strå, men bra stråstyrke. Den har bra sjukdomsresistens, m.a. mot *fusarium*. GN03531 har høy hektolitervekt og noe sterkere proteinkvalitet enn Zebra og Demonstrant. GN03531 har imidlertid hatt klart lavere falltall enn sammenlignbare sorter som Zebra og Demonstrant hvert eneste prøvingsår. Selv mange av de tidligste sortene har hatt høyere falltall i forsøkene. Alle sortene i disse sortsforsøkene høstes samtidig. Det betyr at de tidligste sortene står modne i et lengre tidsrom før høsting enn de seine sortene, og er dermed mer utsatt for nedbryting av stivelsen og reduksjon i falltallet. At den klart seineste sorten i forsøkene reagerer på denne måten, er svært lite betryggende med tanke på praktisk dyrking.

Bevaring og bruk av gamle arter og sorter

Gamle arter og sorter av korn har i det siste vært gjenstand for økt interesse, både blant dyrkere, bakere og forbrukere. Sortene er interessante av flere ulike grunner, der dyrkings- og bruksmessige egenskaper, ernæringsmessige kvaliteter og kulturhistorikk er viktige stikkord.

Silja Valand
Norsk Landbruksrådgiving Østafjells
silja.valand@lr.no

Forarbeidet til prosjektet "Bevaring og bruk av gamle arter og sorter" ble startet av Kari Bysveen i Fabio forsøksring i 2005, med støtte fra Fylkesmannen i Vestfold og Telemark. I 2007 ble det etablert et større prosjekt finansiert fra Norsk Genressurscenter.

Hvorfor skal vi så bevare og bruke gamle arter og sorter? Kultursorter representerer først og fremst et genetisk mangfold som er svært viktig å bevare med henblikk på foredling generelt sett. De siste tiårs foredling har generelt vært rettet mot konvensjonelt landbruk, og de sortene som er tilgjengelige i handelen i dag er utelukkende frembrakt for å fungere optimalt i dagens konvensjonelle landbruk, kraftfor- og bakeindustri. At eldre sorter kan ha egenskaper som er ønskelige i økologisk landbruk er ikke overraskende. Likevel har det vært vanskelig å tallfeste dette gjennom forsøk foreløpig (Åsveen & Løes 2003). Men eldre sorter er ikke bare ønskelig å bruke i økologisk landbruk på grunn av de agronomiske egenskaper. Også bruksmessige egenskaper som smak og næringsinnhold er viktige faktorer som er blitt "glemt" i den moderne foredlingen. Det er relativt kjent at de fleste kultursorter har dårlige bakeegenskaper i forhold til dagens krav, men ved bruk av en tilpasset bakeprosess vil kultursortene kunne gi minst like godt resultat som dagens sorter. Det trengs dog mer forskning på kultursortenes bakeegenskaper. Mange av kultursortene har strålende smaksegenskaper i tillegg til et annerledes næringsinnhold, og i forhold til matintoleranse har disse sortene en stor verdi for mange forbrukere i dag. I tillegg til de agronomiske og bruksmessige egenskapene har eldre sorter en kulturhistorisk verdi som man ikke bør glemme. De siste årene har tradisjonsmat fått en renessanse. Mat med kultur og historie er etterspurt vare, og under stadig utvikling i hele landet. Imidlertid kan man sette spørsmålsteget ved i hvor stor grad mat er tradisjonsmat når man benytter moderne kornsorter med fullstendig

andre egenskaper enn de sortene man benyttet den gang da "tradisjonsmat" var hverdagsmat.

Et av målene i prosjektet "Bevaring og bruk av gamle arter og sorter" er å opparbeide en bruksbank av kultursorter. Dette arbeidet er ledet og utført av den engasjerte og iderike gårdbrukeren Johan Swärd på Brandbu. Tanken er at interesserte bønder kan få kjøpe en liten mengde av disse sortene og oppføre dem på egen gård. I bruksbanken finnes det pr dato til sammen 27 sorter av vårkorn og 17 sorter av høstkorn. Disse består av enkorn, emmer, spelt, hvete, bygg, havre og rug. Fra lista over sorter i bruksbanken kan det være verdt å trekke frem noen sorter som vi mener bør kunne være aktuelle å dyrke i større sammenheng.

Landsorter av hvete er ikke blitt dyrket i større utstrekning i Norge på flere tiår. En viktig karakter ved landsorter er en enorm genetisk variasjon innen sorten. De plantene som har det genetiske materialet som er best egnet på det aktuelle stedet/klimaet vil få utvikle seg på bekostning av de mindre egnede plantene. Slik vil sorten tilpasse seg lokalt. Derfor er også avlingene relativt stabile, uavhengig av værforhold.

'Østby' er en fullsnerpet norsk landhvetesort fra Vestfold. Fabio fikk en liten mengde såkorn av denne fra Maurits Åsveen på Apelsvoll for prøvedyrking. 'Østby' har dessverre vist seg å være en mindre god sort, da den er meget stråsvak og sykdomsutsatt. Dette er synd, ettersom det er en av de ytterst få norske landhvetesortene som fremdeles finnes i Norge.

'Dala' landhvete er, som navnet tilsier, en svensk landsort. 'Dala' landhvete er en sort med en meget god smak og gunstige dyrkningsegenskaper. Vi tror at denne kan ha et dyrkningspotensial de kommende år.

'Svedjerug' er en spesiell høstrugsort som er interessant av mange ulike grunner. Den har blant annet meget gode dyrkningsegenskaper. Buskingevnen er formidabel, den dekker jorda godt, samtidig som strået er langt, men relativt stivt. Sorten utvikler seg raskt til modning og gir god avling. I tillegg til de dyrkningsmessige egenskapene er det verdt å merke seg at den har meget god smak, høgt proteininnhold og egner seg bra i surdeigsbakst. Kulturhistorisk har den også høy verdi. Dette er en sort som har lagt grunnlaget for skogfinnenes befolkning på Finnskogen.

Av førkorn er svarthavresorten Argus verdt å nevne. Prøvedyrking har vist at 'Argus' har et meget høyt avlingspotensial, selv om den kan være noe tørkesvak på lett jord. Korn av svarthavre er spesielt fett- og fiberrikt og er av denne grunn ettertraktet som hestefór. Angivelig er svarthavre et effektivt middel mot "heite" hester, og prisen kan være høy.



Figur 1: Argus svarthavre. Foto: Silja Valand.

Enkorn, emmer og spelt er alle gamle hvetearter som har oppstått spontant ved krysning med ville gressarter og ploidisering. Artene har alle dekkende skall som må fjernes i en spesiell avskallingsprosess.

Enkorn (*Triticum monococcum*) er etterspurt av forbrukere og bakere i stadig større grad. Enkorn har et spesielt høyt karoteninnhold, som gir bakverket en fin gul farge (Larsen 2003). Den har et svært svakt gluten og egner seg derfor best til å blande med annet mel. Det finnes både vår- og høstformer av enkorn. Høstformene går dårlig hos Swárd på Brandbu, men overvintrer greit i Østfold. Enkorn kan være noe vanskelig å dyrke og gir generelt lave avlinger. Det er grunnen til at prisen er høy, ca 25 kr/kg til produsent.

Emmer (*T. dicoccum*) er enklere å dyrke enn enkorn. Både høst- og vårformer er aktuelt, men høstformene går generelt best i kystområdene, som med enkorn. Emmer har en enestående smak og aroma. Den har et svakt gluten, men kan likevel brukes alene i brød dersom man baker i form (Larsen 2003). Ellers er emmer godt egnet til å smaksette brød av annet mel.

Omsetning

De fleste av kultursortene er det ikke mulig å levere via de vanlige kornhandlerne. Spelthvete forhandles imidlertid av Felleskjøpet, som melder om en etterspørsel som langt overgår hva vi har klart å dyrke i Norge frem til i dag. Dyrker man enkorn, emmer og landsorter er Holli Mølle og Økologisk Spesialkorn viktige varemottakere. Prisen på kultursorter er ofte relativt høy og kan gi økologiske dyrkere en god økonomi i drifta. I forbindelse med vårt prosjekt har vi støtt på en betydelig hindring for bytte og salg av såkorn av kultursortene. Såvareforskriften forbyr pr i dag all omsetning av ikke-sertifisert såvare av korn, med eller uten vederlag. Imidlertid vil det trolig implementeres et nytt EU-direktiv om bevaringsverdige sorter i 2009. Detaljene i dette er ennå ikke klare, men vi håper og tror at dette vil kunne åpne en mulighet for å kunne omsette såvarer av kultursorter.

Referanser

- Larsen, J.U. 2003. Fremtidens brød af fortidens korn. Forlaget Olivia, Danmark.
- Åssveen, M. & A.K.Løes. 2003. 100 års kornforedling - hvordan er moderne sorter av bygg og vårhvete tilpasset økologisk landbruk. I: T. Cottis (red.) Den nasjonale konferens for økologisk landbruk 2003. Høgskolen i Hedmark, Rapport 19-2003:68-85.

Næringsforsyning i økologisk oljevekstproduksjon

Vårrybs og dodre er interessante kulturer for økologisk produksjon. Forsøkene viser at det er mulig å oppnå avlinger på nivå med konvensjonelt dyrket vårrybs. Dodre er mindre næringskrevende og mindre utsatt for skadedyr enn vårrybs.

Aina Røste Lundon
Bioforsk Øst
aina.lundon@bioforsk.no

For å kunne nå målet om at alle føremidler i økologisk husdyrproduksjon skal være produsert økologisk, er det nødvendig å finne en egnet kultur som kan dekke husdyrenes behov for protein. Oljevekstene raps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.), rybs (*Brassica rapa* L. var. *oleifera* Sinsk.) og dodre (*Camelina sativa* L. Crantz) har i tillegg til å ha et høyt oljeinnhold, potensial til å dekke dette proteinbehovet. Oljevekstene er svært næringskrevende, så en av de største utfordringene i økologisk oljevekstproduksjon er å få dekket næringsbehovet til kulturene. Vi har liten erfaring med økologisk produksjon av oljevekster i Norge. For å tilegne oss mer kunnskap er det satt i gang et prosjekt som blant annet skal undersøke om det er mulig å dekke deler av plantenes næringsbehov ved å benytte seg av ulike forgrøder og økologisk gjødsel. Videre skal vi i prosjektet undersøke hvilken effekt svovelgjødsling har på avling og aminosyresammensetning og om dodre er en egnet kultur. Prosjektet ledes av Bioforsk i samarbeid med UMB, SLU i Sverige, NIJOS, Meteorologisk institutt, Nofima Mat, Felleskjøpet Fôrutvikling, TINE-produsentrådgiving og Norsk Matraps AB.

Material og metoder

Vårrybs (sort Petita) og dodre (sort ukjent) ble dyrket

i fullstendig randomiserte ruteforsøk på Bioforsk Øst Apelsvoll sine forsøksareal på Hoff prestegård på Toten i 2007 og 2008. Forsøkene hadde erter, grønn-gjødsling eller bygg som forgrøde. Gjødslingsleddene var; 0, 4, 8 eller 12 kg nitrogen gitt i form av pelletert hønsegjødsel om våren. Forsøkene med bygg som forgrøde hadde i tillegg leddene 0 eller 2 kg svovel-gjødsel gitt som gips. Feltforsøkene går over tre sesonger. I samme prosjekt inngår forsøksserier innen høstraps og -rybs, samt at tilsvarende feltforsøk er anlagt på Lanna forsøksstasjon i Sverige i 2008 og 2009. Disse er nærmere omtalt i Lundon *et al.* 2009.

Resultat og diskusjon

Middelresultatene for alle feltene fra 2007 og 2008 (6 felt) med hensyn på effekten av N-gjødsling er presentert i tabell 1. Resultatene viser en jevn økning i avlingen av vårrybs med økt nitrogentilførsel. Det er likevel kun mellom gjødslingsnivåene 0 og 12 kg N at vi finner signifikante forskjeller. Her har vi fått en avlingsøkning på 50 %. For dodren er det mindre forskjeller mellom de tre nivåene av nitrogentilskudd enn for vårrybs, og meravlingen ved å øke gjødselmengden fra 0 til 12 kg N var 30 %.

Tabell 1. Avling og oljeinnhold i vårrybs og dodre ved ulike gjødslingsmengder i 2007. Middel for felt med erter, bygg, grønn-gjødsling og brakk som forgrøde

VÅRGJØDSLING	Vårrybs		Dodre	
	Avling, kg frø/daa	Olje, % i ts.	Avling, kg frø/daa	Olje, % i ts.
0 KG N	126,69	47,03	150,49	40,91
4 KG N	149,32	47,69	185,81	40,99
8 KG N	160,47	48,37	192,85	40,71
12 KG N	190,35	47,84	199,68	40,5
P%	0,013	0,057	0,000	0,002

Vi fikk ikke noe signifikant utslag av svovelgjødning verken på avling eller oljeinnhold hos noen av artene. I følge Fismes *et al.* (1999) er en balanse mellom N- og S- tilgang nødvendig for å oppnå optimal avling og kvalitet fra oljevekstene. En annen grunn til å inkludere svovel i gjødslingsstrategien er at oljevekstene inneholder mye svovelholdige aminosyrer (Uhlen *et al.* 2004). Kvalitetsanalysene fra forsøkene i 2007 viser ingen signifikant økning av svovelholdige aminosyrer (Henriksen *et al.* 2009).

Et av målene med prosjektet er å finne ut om bruk av en egnet forgrøde kan dekke større deler av oljevekstens næringsbehov, og slik redusere behovet for husdyrgjødsel. Vi har foreløpig ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom de ulike forgrødene, men det er en tendens til at erter har en positiv avlingseffekt. I 2007 ble det brukt brakk som forgrøde istedenfor grønnngjødsling, men heller ikke brakklagt jord ga signifikant avlingseffekt i forhold til de andre forgrødene.

Resultatene viser at vi har et akseptabelt avlingsnivå for både vårrybs og dodre. Avlingsstatistikken fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at vi i perioden 1999 til 2002 hadde en gjennomsnittlig avling av oljevekster på 164 kg/daa. I denne perioden ble det i hovedsak dyrket vårrybs, og avlingene i forsøkene ligger i overkant av dette. Dodren ser ut til å gi litt høyere avling, og den ser ut til å ha litt lavere næringskrav enn vårrybsen. Oljeavlingen ligger noe lavere for dodren enn for vårrybsen (resultater ikke vist).

Oljevekstene raps og rybs er utsatt for angrep av skadedyr. Både glansbille og jordloppe kan redusere avlingene betraktelig. Når det gjelder vårrybsen fikk vi i 2007 et betydelig angrep av glansbiller. Avlingene dette året lå lavere enn i 2008, men selv i 2007 ga forsøkene et akseptabelt avlingsresultat sammen-

lignet med avlingsgjennomsnittet i SSB sin avlingsstatistikk. Sommeren 2008 observerte vi en god del gnag fra jordloppe på bladene. Dette ser derimot ikke ut til å ha redusert avlingene vesentlig. Den største utfordringen i feltforsøkene er fugler. Forsøksfeltene blir liggende forholdsvis åpent til og er svært utsatt for beiting. For å minimere skadene ble det meste av forsøksfeltene dekket til med nett. Gjentak som ikke ble tildekket er utelatt fra sammenligningene. I en produksjonsaker må en regne med at vil skadene bli betraktelig mindre enn i et forsøksfelt. I forsøksfeltene med dodre observerte vi ingen skader fra verken jordloppe, glansbille eller fugler.

Oppsummering

De foreløpige resultatene viser at vi oppnår et akseptabelt avlingsnivå av både vårrybs og dodre ved bruk av husdyrgjødsel. Så langt ser vi ingen sikre effekter av de ulike forgrødene. Dodren ser ut til å være en interessant vekst. Den virker mer nøysom enn vårrybs, og det ser ikke ut til at vi har ikke de samme utfordringene med skadedyr som vi har i vårrybs.

Referanser

- Fismes, J., P.C. Vong, A. Gukert & E. Fossard. 1999. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy* 12:127-141.
- Henriksen, B.I.F., E. Prestløkken & A.R. Lundon. 2009. Kvalitet av økologisk dyrka proteinvekstar til kraftfôr for drøvtyggar og fjørfe. *Husdyrforsøksmøtet 2009*. Under trykking.
- Lundon, A.R., B.I.F. Henriksen, U. Abrahamsen, R. Eltun & O. Bjerke. 2009. Næringsforsyning til økologiske oljevekster. *Bioforsk Fokus* 4(1):155-159.
- Uhlen, A. K., E. Olberg & U. Abrahamsen. 2004. Sammenstilling av fett og proteiner i oljevekster dyrket i Norge. *Plantemøtet Østlandet 2004*. *Grønn kunnskap* 2/2004:117-123.

Smitteterskler og behandlingsmetoder for sjukdommer i såkorn til økologisk dyrking

Friskt såkorn er spesielt viktig ved økologisk dyrking fordi konvensjonelle fungicider ikke kan benyttes verken til beising eller til kontroll av angrep i vekstsesongen. Ikke all såkornssmitte forårsaker angrep i felt. Hvor mye sjukdomssmitte som kan aksepteres i såkorn av bygg og havre til økologisk dyrking, samt effekten av alternative behandlingsmidler og -metoder er undersøkt i prosjektet Sunn økologisk såvare ved Bioforsk Plantehelse.

Guro Brodal og Birgitte Henriksen
Bioforsk Plantehelse
guro.brodal@bioforsk.no

Frøoverførte sjukdommer

Mange viktige kornsjukdommer overlever og spres med såkorn. Sjukdomssmitte som følger såkorn blir jevnt fordelt utover i åkeren og angrep vil kunne starte svært tidlig, gjerne samtidig med oppspiring. Dersom smitte spres i en åker fra infisert såkorn, vil godt vekstskifte og god jordarbeiding for å hindre smitte fra planterester være langt mindre nyttig. Smitte av byggbrunflekk (*Drechslera teres*) og havrebrunflekk (*D. avenae*) er svært vanlig på såkorn av henholdsvis bygg og havre, og de er ofte årsak til beisebehov. Forekomst av disse sjukdommene kan være en begrensning for tilgang på god såvare til økologisk produksjon. Det er derfor behov for kunnskap om hvor mye sjukdomssmitte som kan aksepteres i såkorn til økologisk dyrking uten at det går ut over avlingens mengde og kvalitet, samt effektive alternative behandlingsmetoder/midler for å bekjempe smitte.

Smitteterskler

Vanligvis vil bare en liten andel av infiserte frø/såkorn resultere i angrep på planter ute i felt. En smitteterskel for en frøoverført sjukdom er den angrepsgrad (smittefrekvens) i frø eller såkorn som kan aksepteres uten at det gir angrep og skader av betydning. Såvare med angrep under denne terskelen vil i praksis være ensbetydende med betegnelsen "friskt" frø/såkorn (Kuan 1988). Ved angrepsgrad over terskelen er det aktuelt enten med beising/behandling for å sanere smitte eller la være å bruke kornet/frøet til såvare.

Det aller meste av såkornet her i landet blir rutinemessig analysert for sjukdomssmitte og beising anbefales dersom smittegraden overskrider fastsatte smitteterskler for konvensjonelt såkorn (Brodal *et al.* 1997).

Disse terskelverdiene brukes også som veiledende grenseverdier for hva som kan aksepteres av sjukdomssmitte i såkorn til økologisk dyrking. Overføring av sjukdomssmitte fra såkorn til planter påvirkes blant annet av jord- og dyrkingsforhold, særlig fuktighet og temperatur omkring oppspiring. Det er rapportert at økologisk dyrka jord ofte har stor mikrobiell aktivitet som kan ha hemmende effekt på sjukdomsorganismer (Weller *et al.* 2002). Smitteterskler for såkorn til økologisk dyrking krever kunnskap om sammenhengen mellom angrepsgrad i såkornet og angrep av sjukdommer i felt ved økologiske dyrkingsforhold.

For å undersøke om smitteterskler for konvensjonell dyrking også gjelder under økologiske forhold, ble det i årene 2005 til 2008 gjennomført feltforsøk med blant annet bygg og havre naturlig infisert med henholdsvis byggbrunflekk og havrebrunflekk. For å sammenligne overføringsfrekvenser fra såkorn til planter ved dyrking i konvensjonell og økologisk drevet jord ble minst 10 såkornpartier av bygg og minst 10 partier av havre med varierende smittegrad (fra 0 til 99 % *D. teres/D. avenae*) sådd i 1,5 m lange rader à 100 korn, med 8 gjentak, parallelt på økologisk og konvensjonelle skifter rett i nærheten av hverandre på tre lokaliteter (Ås, Apelsvoll og Kvithamar). Prosent oppspiring og planter med primære symptomer ble registrert når plantene hadde ca 2-3 blader. Noen foreløbige resultater viser at det i gjennomsnitt var tendens til færre angrepne planter i den økologisk drevne jorda enn i den konvensjonelle. Endelige resultater og konklusjoner vil foreligge høsten 2009.

Laboratorieanalyser

Det er viktig å huske på at en smitteterskel alltid

refererer seg til en bestemt laboratoriemetode for sunnhetsanalyse av såvaren. Partiene brukt i forsøkene med byggbrunflekk, er analysert med Osmo-metoden hos Kimen Såvarelaboratoriet. Prosjektet har avdekket at byggpartier med tilsynelatende samme smitteprosent i såkornet påvist i laboratorieanalyse, kan få svært forskjellig angrepsgrad på planter ute i felt. Forsøk er satt i gang for å undersøke eventuelle forskjeller i aggressivitet eller "smittepotensial". Dette vil kunne bety justeringer av laboratoriemetoden.

Alternativ behandling av såkorn

Tilgang til effektive alternative midler eller metoder ved angrepsgrad over smitteterskelen vil kunne heve kvaliteten og øke utnyttelsen av de økologisk produserte såkornpartiene. Per 2008 er bare ett preparat, Cedomon, basert på bakterien (*Pseudomonas chlororaphis*) godkjent for bruk i økologisk såkorn. Effekten av en rekke alternative behandlinger mot såkornsmitte av byggbrunflekk og havrebrunflekk ble undersøkt ved laboratorie- og feltforsøk på tre ulike lokaliteter (Ås, Apelsvoll og Kvithamar). Såkornpartier av bygg og havre med naturlig smitte av henholdsvis byggbrunflekk og havrebrunflekk ble behandlet med ulike konsentrasjoner av eddik, ekstrakt fra planten *Inula viscosa* (Inulex), grapefruktekstrakt, et melkesyrepreparat med ulike urter (Terra Bios), i tillegg til Cedomon, et kjemisk middel (Premis Robust: triticonazol + imazalilsulfat) og ubehandla ledd som kontroller, analysert for spireevne og sjukdomssmitte i laboratoriet og sådd i felt på samme måte som smitteterskelforsøkene. Noen foreløbige resultater viser at eddik og Inulex hadde god effekt mot byggbrunflekk, mens effekten mot havrebrunflekk generelt var svak eller varierende både i laboratorieundersøkelsene og i feltforsøkene. Det ble registrert noen spireskader ved sterkeste eddik-konsentrasjoner. Samarbeid med tyske kolleger har bidratt til at flere alternative beisemidler er prøvd både på tysk og norsk såkorn av bygg. Resultatene bekrefter at god effekt kan oppnås med miljøvennlige alternativer til kjemiske beisemidler. Effekten av behandling med varm damp, Thermosteed®, en metode mot sjukdommer i såkorn utviklet i Sverige (Forsberg 2004), er også undersøkt i prosjektet i samarbeid med Høgskolen i Hedmark.

Grønningsjødsling/organisk materiale

Veksthusforsøk har vist at tilsetning av grønnmasse og innhold av organisk materiale i jord kan ha en hemmende effekt på overføring av sjukdomssmitte fra såkorn til planter (Henriksen *et al.* 2008). Foreløbige resultater fra feltforsøk 2008 viste tendenser til tilsvarende effekt. Det at økologisk dyrka jord ofte har høyere innhold av organisk materiale enn konvensjonelt dyrka kan ha betydning for hvor mye sjukdomssmitte som kan aksepteres på såkorn (smitteterskler) ved økologisk korndyrking.

Bipolaris-brunflekk

I løpet av siste par år har kornsjukdommen Bipolaris-brunflekk (*Bipolaris sorokiniana*) gjort seg mer gjeldende, bla i sorter som brukes i økologisk korndyrking. Parallelle forsøk i økologisk og konvensjonelt drevet jord med naturlig infiserte såkornpartier i 2007 og 2008 viste mindre sjukdomsangrep i økologisk jord enn i konvensjonell. Flere av de aktuelle alternative beisemidlene hadde god effekt mot sjukdommen som anses som mer aggressiv enn en del andre frøoverførte sjukdommer i korn. Foreløpige resultater fra forsøk gjennomført i samarbeid med en masterstudent på UMB viser at såkornsmitte kan forårsake redusert oppspiring og redusert avling (Stabbetorp *et al.* 2009).

Referanser

- Brodal, G., H. Røsok Bye & H. Skuterud. 1997. Smitteterskler for beiseanbefaling i såkorn. Rapport fra Statens Landbruksstilsyn. 16 s. + 6 vedlegg.
- Forsberg, G. 2004. Control of Cereal Seed-borne Diseases by Hot Humid Air Seed Treatment. Doctoral Dissertation. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 443.
- Henriksen, B., K. Drægner, A.O. Skjelvåg & G. Brodal. 2008. Høyt innhold av organisk materiale i jord kan hemme angrep av byggbrunflekk. Bioforsk FOKUS 3(1):74-75.
- Kuan, T.L. 1988. Inoculum thresholds of seedborne pathogens - Overview. Phytopathology 78:867-868.
- Stabbetorp, E.M.H., H. Tangerås & G. Brodal. 2009. *Bipolaris sorokiniana* - en kornsjukdom på frammarsj i Norge. Bioforsk FOKUS 4(2):98-99.
- Weller, D.M., J.M. Raaimakers, B.B.M. Gardener & L.S. Thomashow. 2002. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 40:309-348.

Metodar for testing av *Fusarium* og mykotoksin i havre og v arkveite

For å kunne im etekomma EU sine krav (som er handheva av Mattilsynet) om å redusera innhaldet av mykotoksin i korn som går til mat og f r, jobbar vi på 'Fusariumprosjektet' på Bioforsk med å etablere ein strategi for identifisering av kontaminerte kornprøver. Denne strategien går blant anna ut på å etablere ei metode for hurtigtesting av eit større antal prøver.

Heidi Udnes Aamot^{1,2}, Oleif Elen¹, Ingerd Skow Hofgaard¹, Guro Brodal¹ og Sonja S. Klemsdal¹

¹ Bioforsk Plantehelse, ² Universitetet for miljø og biovitenskap
heidi.udnes.aamot@bioforsk.no

Innleiing

Dei seinare  ra har det vore mykje fokus på *Fusarium* og mykotoksin-innhald i korn. Ei årsak til dette er at EU jobbar med å avgrensa mengda mykotoksin i korn som går til mat og får, gjennom utarbeiding av grenseverdier for tillate mengd toksin i korn og kornprodukt. Ein anna årsak er at det er påvist fleire tilfelle av høge mykotoksin-nivå i norske kornparti dei siste åra. Norsk korn utgjer ein betydeleg del av kraftf ret som vert omsett her i landet, og mykje av den norske kveiten vert brukt til mat. Per i dag vert det ikkje utført noko gjennomgåande testing for innhaldet av toksin eller toksinproduserande sopp i norske kornparti. Dei målingane som vert gjort er basert på stikkpr var, og det er grunn til å tru at kontaminerte prøver går inn i produksjonen av mat og f r.

Fusarium-artar og mykotoksin

Dei *Fusarium*-artane som er mest vanlege i korn i Noreg er *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. langsethiae* og *F. poae*. I tillegg førekjem *F. tricinctum* hyppig i enkelte sesongar. Dei ulike *Fusarium*-artane produserar forskjellige toksin (tabell 1).

I norsk korn er det hovudsakleg DON i kveite og havre, og T-2/HT-2 i havre, som eit problem. Det er desse toksina som vidare vil ha fokus her. ZEA førekjem i mindre grad, men det er påvist prøver med mengder over fastsett grenseverdi. I tillegg vert det ofte påvist enniatiner, dels i høge nivå, i både havre og kveite. Dette er ei gruppe toksin der skadeverknader ikkje er klarlagt.

Strategi for identifisering av kontaminerte prøvar

For å kunne oppfylle dei krava som EU etter kvart stiller, må kontaminerte kornparti identifiserast f r dei kjem inn i mat- og f rproduksjonen. Dette kan vi gjennomføra ved å kombinera dei prediksjonsmodellane og hurtigtestingsmetodane vi jobbar med. Område som har hatt gode veksttilh ve for *Fusarium* gjennom sesongen, og som dermed har ein stor risiko for toksinkontaminering, vert lokalisert ved hjelp av ein modell basert på klimatiske og agronomiske tilhøve. Kornparti fr  desse risiko områda vert testa for innhaldet av sopp eller toksin ved hjelp av ei eigna hur-

Tabell 1. Vanlege *Fusarium*-artar i Noreg og toksina dei produserar.

	DON ¹	NIV ²	T-2	HT-2	ZEA ³	ENN ⁴
<i>F. avenaceum</i>	-	-	-	-	-	+
<i>F. culmorum</i>	+	+	-	-	+	-
<i>F. graminearum</i>	+	+	-	-	+	-
<i>F. langsethiae</i>	-	-	+	+	-	-
<i>F. sporotrichioides</i>	-	-	+	+	-	-
<i>F. poae</i>	-	+	-	-	-	(+)

¹ Deoxynivalenol, ² Nivalenol, ³ Zearalenon, ⁴ Enniatin

tigmetode. Tilgjengelege metodar for aktuelle toksin vil bli prøvd ut på eit stort antal prøvar, samla over fleire sesongar. Så langt er tre ELISA-testar prøvd ut (to av dei er beskrivne her), samt qPCR ('quantitative PCR') for kvantifisering av toksinproduserande sopp. Alle metodane vert prøvd ut på det same prøvesettet, bestående av prøvar av havre og kveite samla inn over fire vekstsesongar. Resultata vert samanlikna med resultat frå ei kjemisk multitoksinanalyse (Evira, Finland), som gjev nøyaktige toksinmålingar, men som er ei dyr og tidkrevjande metode.

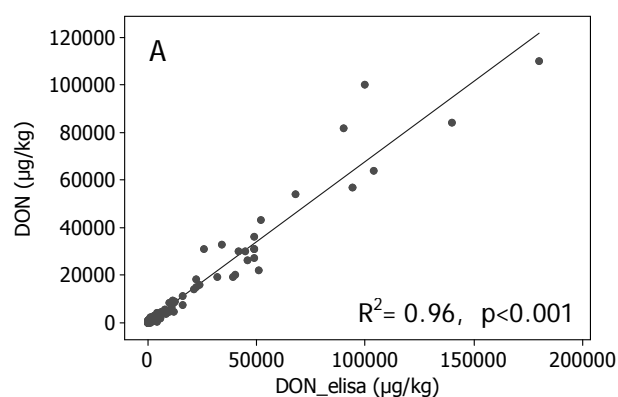
Kvantifisering av *Fusarium* spp. i havre- og kveiteprøver - samsvar med toksinninnhald?

Denne metoden gjev eit indirekte mål på kor mykje toksin ei prøve inneheld gjennom å bestemme mengda toksinproduserande sopp, som vidare vert brukt til å estimere toksinnivå. Dette krev ein påliteleg modell for samsvar mellom innhaldet av sopp og toksin.

Tabell 2. R² verdiar for DON og *F. graminearum* / *F. culmorum* i havre og kveite, og HT-2/T-2 og *F. langsethiae* / *F. sporotrichioides* i havre. Talet på analyserte prøvar er vist bak R².

Sesong	DON		HT-2/T-2
	Havre	Kveite	Havre
2004	0,84 (37)	0,20 (11)	0,73 (37)
2005	0,97 (21)	0,86 (8)	0,24 (21)
2006	0,64 (47)	0,99 (62)	0,24 (47)
2007	0,21 (26)	0,10 (43)	0,40 (26)
Alle	0,34 (131)	0,12 (124)	0,39 (129)

Mengda av ulike *Fusarium*-artar (pg *Fusarium* sp. DNA per ng plante DNA) vart bestemt ved hjelp av qPCR. Det var gjort lineære regresjons-analyser for å sjå på samanhengen mellom innhaldet av *F. graminearum*/*F. culmorum* og DON i havre og kveite,



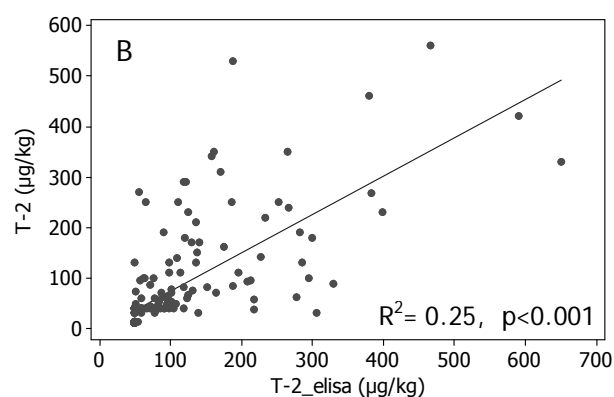
og *F. langsethiae*/*F. sporotrichioides* og T-2/HT-2 i havre (tabell 2). Resultata viser at samanhengen mellom mengde sopp og toksinnivå vert påverka av sesong. For å få ein meir presis prediksjon av mengda toksin i ei prøve, er det nødvendig å inkludera klima- og agronomiske faktorar i modellen.

Kvantifisering av *Fusarium*-toksin ved hjelp av ELISA

Innhaldet av DON og T-2 vart analysert med ELISA (rBiopharm, Tyskland) i eit utval av prøvane. For å kunne vurdere stabiliteten til testane vart resultata samanlikna med dei kjemiske toksinmålingane ved hjelp av modellar for enkel lineær regresjon (figur 1). Målingar gjort med DON-testen viser bra samsvar med dei kjemiske målingane (R² = 0,96). Testen gjev stabile målingar, og gjentekne målingar av same prøve viste små avvik (CV=6,4 %). T-2-testen viser lite samsvar med dei kjemiske målingane (R²=0,25). Testen verkar lite stabil, og det var store avvik etter fleire målingar av same prøve (CV=21 %).

Samanfatning

For å kunne seia noko om innhaldet av toksin i ei kornprøve, må innhaldet av toksinproduserande sopp, eller toksina i seg sjølv, kvantifiserast. Kjemiske metodar er dyre og tidkrevjande. Kvantifisering av *Fusarium*-artar krev modellar for å knytte innhaldet av sopp til toksin. Dette medfører ein ekstra usikkerheit i berekninga av toksinnivå. Sidan det førebels ikkje er tilgjengelege testar for alle dei toksina som er eit problem i norsk korn, kan dette være eit alternativ. ELISA testane viser varierende kvalitet, og ein meir påliteleg metode for å måle T-2 er påkravd. Andre metodar som ikkje er nemnt her vil og verta prøvd ut.



Figur 1. Samsvar mellom innhald av toksin målt med ELISA og multitoksin-analyse (LC-MS/MS) for A: DON (291 prøvar, 135 kveite og 156 havre) og B: T-2 (190 prøvar, 45 kveite og 145 havre).

Kan vi redusere mykotoksinmengden i korn ved å sprøyte med fungicider?

Behandling med Proline under blomstring reduserte mengden deoksynivalenol (DON) med 40-80 %. Derimot var det ingen reduksjon ved fungicidbehandling av de svært giftige toksinene T-2 og HT-2.

Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard, Guro Brodal, Sonja Klemsdal og Heidi Udnes Aamot
Bioforsk Plantehelse
oleif.elen@bioforsk.no

Innledning

Det har i de senere åra vært økt fokus på *Fusarium* og mykotoksiner i korn. Dette skyldes vesentlig to forhold. Det ene er at EU har som mål å begrense mengden mykotoksiner i korn og kornprodukter og i den forbindelse har utarbeidet grenseverdier for noen toksiner i omsatt korn. Norge følger EU på dette området. For det andre er det de siste åra funnet til dels høye konsentrasjoner av mykotoksinene DON og T-2/HT-2 i mange norske kornpartier. Norsk korn utgjør en betydelig andel av kraftfôrforbruket her i landet, og vel halvparten av norsk hvete brukes til mat. Det er derfor grunn til å tro at mennesker og dyr i varierende grad eksponeres for helseskadelige mykotoksinnivåer.

Vi har hatt fungicidforsøk mot *Fusarium* i hvete og havre. Så langt har vi resultater fra 2006 og 2007, til sammen 15 felt i havre og 7 vårhvetefelt. I havre ble det begge år behandlet med full dose Proline ved skyting (ca Z55), jfr. tabell 1, ved begynnelsen blomstring (ca Z61) og ved midtblomstring (ca Z65). Hveten fikk også tilsvarende behandling som havren i 2007, mens to ledd i 2006 ble behandlet med henholdsvis ¾ og hel dose ved midtblomstring og det siste leddet ble først behandlet med ½ dose ved begynnelsen skyting (Z45) og deretter med en hel dose ved midtblomstring. Ett ledd i alle forsøk ble også behandlet med Amistar Duo før blomstring, tabell 1.

Resultater

Resultatene for hvete er presentert for hvert år og med sammendrag fordi forsøksplanen var delvis forskjellig de to åra (tabell 1-2). I 2006 var det 43 % reduksjon i DON-innholdet, men effekten var ikke statistisk sikker. Effekten på enniatiner (*F. avenaceum*-toksinene ENN B + B1) lå på samme nivå som

for DON og den var heller ikke signifikant. I 2007 var det en sikker reduksjon i DON-innholdet etter de to siste behandlingene med Proline sammenliknet med ubehandlet. Ved den siste behandlingen ble DON-innholdet redusert med 81 %. Det var ved den siste behandlingen også en signifikant reduksjon av DON sammenliknet med Amistar Duo. Sistnevnte gav bare en svak ikke-signifikant reduksjon i DON-innholdet sett i forhold til ubehandlet.

Tabell 1. Fungicidbehandling i vårhete 2006, gjennomsnitt av fire felt. Mengden av toksiner i µg/kg (ppb).

Preparat	Dose, ml/daa	Utv. st. v/ behandling	ZEN	DON+ 3-ac-DON	ENN B+B1
Ubehandlet	-	—	65	1205	504
Amistar Duo	100	Z45	63	1108	416
Proline 250 EC	60	Z63-65	21	654	245
Proline 250 EC	80	Z63-65	48	685	297
Proline 250 EC	40+ 80	Z45+ Z65	69	576	112
LSD5 %			i.s.	i.s.	i.s.

Tabell 2. Fungicidbehandling i vårhete 2007, gjennomsnitt av tre felt. Mengden av toksiner i µg/kg (ppb).

Preparat	Dose, ml/daa	Utv. st. v/ behandling	DON+ 3-Ac-Don	ENN B+B1	ENN A1
Ubehandlet	-		587	323	11
Amistar Duo	100	Z31	424	191	8
Proline 250 EC	80	Z53	386	79	5
Proline 250 EC	80	Z58	201	33	4
Proline 250 EC	80	Z67	111	93	4
LSD5 %			293	i.s.	i.s.

I sammendraget over år hadde både DON- og ENN B-innhold statistisk sikre utslag for behandling med Proline. DON ble redusert med 54 % og ENN B med 53 % (tabell 3). Dessuten førte behandling med Amistar Duo også til en sikker reduksjon av ENN B + B1, men behandling med Proline var likevel signifikant bedre enn med Amistar Duo.

Tabell 3. Fungicidbehandling i vårhvete 2006-2007, gjennomsnitt over to år. Mengden av toksiner i µg/kg (ppb).

Preparat	Dose, ml/daa	Utv. st. v/ behandling	ZEN	DON+ 3-ac-DON	ENN B+B1
Ubehandlet	-		44	902	413
Amistar Duo	100	Z31/45	43	772	303
Proline 250 EC	80	Z65	34	413	196
LSD5 %			i.s.	144	67

Havreforsøkene gav en signifikant reduksjon av DON-innholdet ved de to siste behandlingstidene sammenliknet med ubehandlet (tabell 4). Den beste effekten var ved begynnende blomstring og lå på 71 % reduksjon. Det var ingen effekt av behandlingene på T-2/HT-2 toksiner som produseres av *F. langsethiae*/*F. sporotrichioides*. Det var heller ingen virkning av fungicider på forekomsten av toksiner fra *F. avenaceum*: Monilliformin (MON), ENN B+B1 og antibiotic Y (ANT Y).

Mens det i hvete var en signifikant effekt på DON av bare de to siste behandlingene med Proline, var virkningen statistisk sikker i havre ved alle tre behandlingene, altså også ved en tidlig behandling ved akssky-

ting (Z55). Resultater på avling som ikke er presentert her, viser at fungicidbehandling med Proline i de fleste tilfellene har hatt liten eller ingen effekt (Elen 2007). Dersom havre skal behandles med Proline, må det være på grunnlag av varsel eller andre indikasjoner på forventet høyt mykotoksininnhold. Hvetes avlingene derimot kan øke ved denne behandlingen, avhengig av om det er andre sykdommer til stede. I havre er det også et problem at fungicidbehandling ikke virker på T-2/HT-2. Det er mulig at et annet behandlingstidspunkt vil gi et bedre resultat.

Sammenfatning

Behandling med Proline under blomstring har halvert innholdet av DON (produseres av *F. graminearum* og *F. culmorum*) både i hvete og havre og dessuten halvert innholdet av enniatiner (produseres av *F. avenaceum*) i hvete, mens det ikke har vært noen effekt i havre mot noen av *F. avenaceum*-toksinene som vi har data for. Det var heller ingen virkning i havre av soppstryking mot *F. langsethiae*/*F. sporotrichioides* som produserer T-2/HT-2 toksin. I hvete er det funnet svært lite av disse to toksinene, slik at vi kan konsentrere oss om havre og trolig også bygg når det gjelder å finne en effektiv bekjempelsesmetode mot de to sistnevnte soppartene.

Referanse

Elen, O. 2007. Utprøving av soppmidler i havre (Serie 07FHA). Bioforsk Rapport 2(155):38-56.

Tabell 4. Fungicidbehandling i havre 2006-2007, gjennomsnitt over to år. Mengden av toksiner i µg/kg (ppb).

Preparat	Dose, ml/daa	Utv. st. v/ behandling	DON+ 3acDON	T2+HT2	MON	ENN B +B1	ANT Y
Ubehandlet	-		252	264	148	146	75
Amistar Duo	100	Z56	264	249	166	144	133
Proline 250 EC	80	Z56	142	291	147	141	93
Proline 250 EC	80	Z61	73	261	154	124	118
Proline 250 EC	80	Z66	137	301	151	185	69
LSD5 %			68	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.

Mykotoksiner i havre - karakterisering av infeksjonsprosessen til T-2/HT-2 produsenten *Fusarium langsethiae*

Artikkelen beskriver et nyoppstartet prosjekt om *Fusarium langsethiae*; prosjektplaner og foreløpige resultater fra veksthusforsøk for å undersøke alternative smitteveier for etablering av soppen i havre.

Hege Hvattum Divon, Jafar Razzaghian og Sonja Sletner Klemsdal
Bioforsk Planteheelse
hege.divon@bioforsk.no

Innledning

Fusarium langsethiae ble først observert i 1999 og ble da satt i sammenheng med uvanlig høye forekomster av T-2/HT-2 toksiner i havre (Torp & Langseth 1999). På grunn av likheten til *F. poae*, ble den omtalt som "pudder-poae", og den ble ikke anerkjent som egen art før i 2004 (Torp & Nirenberg 2004). Senere studier har vist at soppen genetisk sett er mer lik *F. sporotrichioides* (Schmidt et al. 2004), hvor også synteseveiene for mykotoksinene er velkjent. *F. langsethiae* synes først og fremst å være et problem i nordligere strøk, og er til tider et utbredt problem i Skandinavia og Storbritannia.

Problemstilling

Hovedforskjellen mellom *F. langsethiae* og de andre akksfusariose-patogenene er at den ikke skaper noen synlige tegn til infeksjon på akset. På denne måten kan tilsynelatende friske aks inneholde store mengder T-2/HT-2 toksiner. Derimot kan *F. langsethiae* skape nekrotiske flekker i en *in vitro* blad-test (Imathiu et al. 2008). Det er også kjent at T-2/HT-2 toksinene setter i gang molekylære og biokjemiske responser i planten (*Arabidopsis*), og at disse er forskjellige fra reaksjonen på deoxynivalenol (DON) toksinet (Asano et al. 2008, Nishiuchi et al. 2006).

En doktorgradsavhandling fra England har nylig blitt publisert (Imathiu 2007). Den har fokusert på testing av forhold som påvirker infeksjonsraten til *F. langsethiae*. Utgangspunktet for disse studiene har vært å bruke forhold som er kjent for å fremme infeksjon med andre *Fusarium*-arter. Men et gjenomgående problem fra denne og andre studier er at man så langt ikke har klart å reprodusere smit-

teforsøk med infeksjonsrate tilsvarende det man ser i felt.

Et interessant spørsmål er dermed om *F. langsethiae* bruker mekanismer tilsvarende *F. graminearum* og de andre akksfusariose-patogenene, eller om den har utviklet seg til å utnytte andre nisjer, både når det gjelder klimatiske forhold og når det gjelder infeksjonsveien. Svaret på dette spørsmålet danner et viktig grunnlag for å forstå og bekjempe forekomsten av *F. langsethiae*-smitte og T-2/HT-2 toksiner i korn.

På Bioforsk Planteheelse har vi flere pågående prosjekter som involverer *F. langsethiae*. Disse omhandler deteksjon og varslingsmodellering. Prosjektet som her er beskrevet, vil bygge på kunnskap fra disse prosjektene, og er, så vidt vi vet, det første som tar for seg de molekylære mekanismene bak infeksjonsprosessen til *F. langsethiae*.

Prosjektplan

Prosjektet ble startet høsten 2008 og har som hovedmål å øke den generelle kunnskapen om mekanismer som fremmer *F. langsethiae* smitte i havre. Kunnskap om dette vil være viktig for utarbeiding av praktiske tiltak som vil redusere T-2/HT-2 mengde i kornet. Prosjektet er delt inn i tre deler, hvorav en del 1) vil karakterisere infeksjonsprosessen til *F. langsethiae* gjennom studier med mikroskopi, en annen del 2) vil se på hvor stor rolle T-2/HT-2 toksinene spiller for etablering av soppen i planten, og siste del 3) vil karakterisere sopp-gener som uttrykkes i smitteprosessen og undersøke hvor viktig det er at disse genene uttrykkes.

- 1) Dette delprosjektet er basert på å transformere *F. langsethiae* med et gen som koder for et fluorescerende protein (f.eks. "green fluorescence protein", GFP) som, når det uttrykkes i sopp, vil gjøre den selvlysende under UV lys. Dette vil være viktig for å kunne følge soppens vekst i planten, ikke minst siden vi ellers ikke ser noen symptomer. Til dette brukes konfokal mikroskopi som har evnen til å filtrere bort plantens egen fluorescens og gir et detaljert, og delvis 3-dimensjonalt bilde med høy oppløsning av forekomsten av sopp i plantevevet. Prosjektet forventes å belyse hvordan soppen trenger inn i planten, hvilke plantedeler og vev som foretrekkes, samt hvor raskt dette skjer sammenlignet med for eksempel *F. graminearum*.
- 2) I dette delprosjektet vil vi studere effekten av å inaktivere biosyntesen av T-2/HT-2 toksinene. Dette gjøres ved å mutere det første genet i synteseveien, *Tri5*. Mutant sopp vil testes på *in vitro* blad-test og gjennom smitteforsøk. Avhengig av om mutasjonen kan lages i en allerede fluorescerende sopp, kan effekten av mutasjonen også studeres med konfokal mikroskopi. Prosjektet forventes å vise viktigheten av T-2/HT-2 toksinene for soppens evne til å kolonisere planten, med andre ord, si noe om deres rolle som virulensfaktorer.
- 3) Denne siste delen er basert på at vi skal finne soppgener som uttrykkes spesielt høyt eller utelukkende ved vekst i planten. Til dette skal vi bruke ulike smitteforsøk, isolere RNA, og identifisere gener i form av "expressed sequence tags" (EST) ved hjelp av molekylære metoder som for eksempel "Differential Display". Uttrykk av gener vil bestemmes med real-time RT-PCR, og kandidat-gener vil bli inaktivert slik at vi kan studere viktigheten av disse for soppens evne til å infisere. Dette, sammen med de andre delprosjektene, forventes å gi et godt grunnlag for å forstå de molekylære mekanismene *F. langsethiae* tar i bruk i smitteprosessen av havre.

Preliminære resultater fra veksthusforsøk for alternative smitteveier

I forkant av prosjektplanen slik den er beskrevet over, har det vært nødvendig å etablere mer kunnskap om hva som er hoved-smitteveien for *F. langsethiae* på havre. Siden smitteforsøk så langt ikke har gitt smitte i samme grad som i felt, tester vi muligheten

for at aks-smitte ikke skjer på tradisjonelt vis med soppsporer ved blomstring slik som for eksempel for *F. graminearum*. I et veksthusforsøk tester vi tre typer frøsmitte; naturlig smittet frø, frø som er vakum-infiltret med sporesuspensjon, og frø duppet i sporesuspensjon. I tillegg tester vi to smitteметoder på unge planter; injeksjon og applikasjon av sporer på utsiden av stengelen. Vi tester også jordsmitte, og til slutt smitte i aks før skyting. Plantene blir fulgt gjennom veksten og tilstedeværelse av sopp i de ulike plantedelene blir sjekket med real-time PCR og ved dyrking av plantedeler på næringsagar. Foreløpige resultater viser at soppen, over et tidsrom på ca. 4 uker, har evnen til å overleve i jord, samt på uspirte og spirte frø. Vi har også indikasjoner på at *F. langsethiae* smitte på frø påvirker spireevnen i havre under våre forhold. Gjenstående arbeid vil avsløre om *F. langsethiae* har evnen til systemisk vekst inni planten og om dette kan forårsake smitte i akset tilsvarende en naturlig smittevei.

Referanser

- Asano, T., D. Masuda, M. Yasuda, H. Nakashita, T. Kudo, M. Kimura, K. Yamaguchi & T. Nishiuchi. 2008. AtNFXL1, an *Arabidopsis* homologue of the human transcription factor NF-X1, functions as a negative regulator of the trichothecene phytotoxin-induced defense response. *Plant J.* 53:450-464.
- Imathiu, S.M. 2007. *Fusarium langsethiae* infection and mycotoxin production in oats (*Avena sativa* L.). PhD thesis. Harper Adams University College, Newport, England.
- Imathiu, S.M., R.V. Ray, M. Back, M.C. Hare & S.G. Edwards. 2008. *Fusarium langsethiae* pathogenicity and aggressiveness towards oats and wheat in wounded and unwounded *in vitro* detached leaf assays. *Eur. J. Plant Pathol.* DOI 10.1007/s10658-008-9398-7
- Nishiuchi, T., D. Masuda, H. Nakashita, K. Ichimura, K. Shinozaki, S. Yoshida, M. Kimura, I. Yamaguchi & K. Yamaguchi. 2006. *Fusarium* phytotoxin trichothecenes have an elicitor-like activity in *Arabidopsis thaliana*, but the activity differed significantly among their molecular species. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 19(5):512-520.
- Schmidt, H., A. Adler, A. Holst-Jensen, S.S. Klemsdal, A. Logrieco, R.L. Mach, H.I. Nirenberg, U. Thrane, M. Torp, R.F. Vogel, T. Yli-Mattila & L. Niessen. 2004. An integrated taxonomic study of *Fusarium langsethiae*, *Fusarium poae* and *Fusarium sporotrichioides* based on the use of composite datasets. *Int. J. Food Microbiol.* 95:341-349.
- Torp, M. & W. Langseth. 1999. Production of T-2 toxin by a *Fusarium* resembling *Fusarium poae*. *Mycopath.* 147:89-96.
- Torp, M. & H.I. Nirenberg. 2004. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe. *Int. J. Food Microbiol.* 95:247-256.

Samspill mellom ulike *Fusarium*-arter - betydning for soppens vekst og mykotoksinproduksjon

I felt finnes en rekke ulike *Fusarium*-arter som kan forårsake aksfusariose. Disse artene påvirker hverandre i et komplisert samspill. Dette samspillet har betydning for sykdomsutviklingen hos den enkelte kornart, og vil influere på veksten av den enkelte *Fusarium*-art og på mengden av de ulike mykotoksiner som blir produsert.

Sonja S. Klemsdal¹, Heidi Udnes Aamot^{1,2}, Oleif Elen¹, Ingerd Skow Hofgaard¹ og Guro Brodal¹

¹Bioforsk Plantehelse, ²Universitetet for miljø- og biovitenskap

sonja.klemsdal@bioforsk.no

Innledning

Aksfusariose er en vanlig sykdom i korn som skyldes ulike *Fusarium*-arter. I tillegg til tap av avling, reduserer *Fusarium* kvaliteten på kornet gjennom produksjon av en rekke toksiske metabolitter (mykotoksiner). Mens *Fusarium graminearum* er den dominerende arten i USA, kan et kompleks av arter forårsake aksfusariose i Europa. De *Fusarium*-artene som er mest vanlige i korn i Norge er *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. langsethiae* og *F. poae* (Kosiak et al. 2003). I tillegg kan *F. tricinctum* forekomme hyppig i enkelte sesonger. Disse artene produserer ulike toksiner (tabell 1).

Inter- og intraspesifikk konkurranse

I felt finnes det en blanding av flere *Fusarium*-arter. En vet lite om hvordan et slikt kompleks av arter påvirker utviklingen og toksinproduksjonen i den enkelte art. Tidligere publisert forskning viser at konkurranseaspektet er svært viktig når det gjelder etableringen av sopp og utvikling av sykdom forårsaket av sopp (Xu et al. 2007a). Den mest konkurransesterke arten koloniserer vanligvis ikke mer enn det den gjør når den er alene, mens arten som er svakest i konkurransen

etablerer seg dårligere enn hva den ville gjort alene. Et eksempel på dette er et *in vitro* eksperiment der mais ble smittet med *F. graminearum*, *F. proliferatum* og *F. moniliforme*. Her ble ikke *F. graminearum* påvirket av tilstedeværelsen av de andre to *Fusarium*-artene, men etableringen av *F. proliferatum* og *F. moniliforme* ble sterkt redusert sammen med *F. graminearum* (Velluti et al. 2000). Tilsvarende samspill har man også funnet mellom isolater av samme art, men med ulik aggressivitet. Toksinproduksjon og total akkumulering av toksiner i en kornprøve der flere toksinproduserende sopp er til stede vil også påvirkes av samspillet mellom artene, og denne effekten har vist seg å være tidsavhengig.

Effekt av ytre faktorer på samspillet mellom *Fusarium*-arter

Mange ytre faktorer er kjent for å kunne påvirke samspillet mellom de ulike *Fusarium*-artene. En eventuell behandling med fungicider kan ha betydning for hvordan samspillet vil utvikle seg. Soppsprøyting av hvete før blomstringsstadiet, vil redusere forekomst av for eksempel *Microdochium nivale* og *M. majus* i akset, men kan forårsake økt kontaminering med *F.*

Tabell 1: Toksinprofiler for seks ulike *Fusarium*-arter

	DON ¹	NIV ²	T-2	HT2	ZEA ³	ENN ⁴	MON ⁵	BEA ⁶
<i>F. avenaceum</i>	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>F. culmorum</i>	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>F. graminearum</i>	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>F. langsethiae</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>F. poae</i>	-	+	-	-	-	(+)	-	+

¹ Deoxynivalenol, ² Nivalenol, ³ Zearalenon, ⁴ Enniatin, ⁵ Moniliformin, ⁶ Beauverisin

culmorum og dermed også medføre økt mengde av mykotoksin i moden hvete.

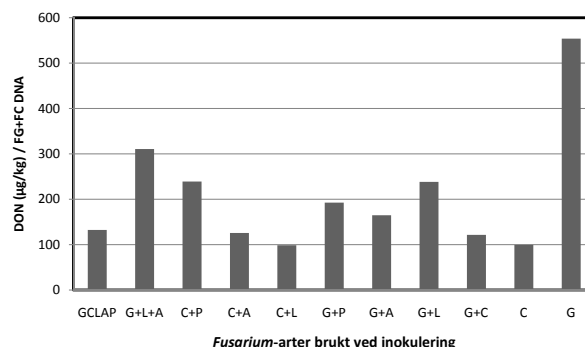
De to viktigste klimafaktorene av betydning for samspillet mellom *Fusarium*-arter, er temperatur og vanntilgjengelighet. På hvilken måte disse faktorene påvirker soppens vekst og toksinproduksjon vil avhenge av hvilke sopparter som er involvert. Ved en blandet infeksjon av *F. graminearum* og *F. moniliforme* i mais ble toksinproduksjonen signifikant redusert ved 15 °C, men kraftig økt ved 25 °C. Dette skjedde selv om veksten av *F. moniliforme* ble hemmet både ved 15 og 25 °C sammenlignet med vekst ved tilsvarende temperaturer når *F. moniliforme* vokste alene.

Samspill mellom *Fusarium*-arter i hvete

En forskergruppe i Storbritannia har undersøkt samspillet mellom *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum* og *F. poae* i hvete (Xu et al. 2007b). I et veksthusforsøk ble hvete inoculert ved blomstring med de nevnte *Fusarium*-artene alene eller koinokulert i ulike kombinasjoner av to eller tre arter. Etter smitting ble plantene flyttet over i vekstkammer der forskjellige temperaturer og effekten av å holde plantene ved høy fuktighet i varierende tidsrom etter smitting (6 - 48 timer), ble testet ut. Planter som var koinokulert med flere arter viste mindre symptom enn forventet ut fra symptomene forårsaket av den enkelte art. Dette tydet på et konkurranseforhold mellom de ulike artene når det gjaldt å danne akkusarose. Dette ble også bekreftet når man kvantifiserte mengde *Fusarium* ved hjelp av DNA-analyse. Ved Bioforsk har vi undersøkt samspillet i hvete for de samme fire *Fusarium*-artene som nevnt over, samt inkludert *F. langsethiae*. Foreløpige resultater tyder på at *F. graminearum* og *F. culmorum* er de mest konkurransesterke *Fusarium*-artene i samspillet. *F. langsethiae* og *F. avenaceum* er de artene som er svakest i konkurransen, mens *F. poae* er middels sterk.

Samspill mellom *Fusarium*-arter i havre

Forsøk utført ved Bioforsk tyder på at man finner et tilsvarende samspill i havre. Foreløpige resultater viser at i havre er *F. culmorum* noe mer konkurransesterk enn *F. graminearum*. *F. poae* er sterkere enn *F. avenaceum*, mens *F. langsethiae* er den svakeste *Fusarium*-arten i samspillet. Også produksjonen av deoxynivalenol (DON) blir påvirket av samspillet (figur 1).



Figur 1. Mengde av deoxynivalenol (DON) pr total mengde DNA fra *F. graminearum* og *F. culmorum* i moden havre. Ved blomstring var havreplantene sprayinokulert med *F. graminearum* (G), *F. culmorum* (C), *F. avenaceum* (A), *F. poae* (P) og *F. langsethiae* (L), alene eller i kombinasjon.

Mer DON blir produsert pr sopp-DNA-enhet når *F. graminearum* er alene enn når *F. graminearum* er koinokulert med andre *Fusarium*-arter. For *F. culmorum* finner vi ikke samme tendens. Flere studier vil være nødvendig før vi kan fastslå med sikkerhet den betydning interaksjon fra andre sopp vil ha på vekst og toksinproduksjon hos den enkelte *Fusarium*-art.

Referanser

- Kosiak, B., M. Torp, E. Skjerve & U. Thrane. 2003. The prevalence and distribution of *Fusarium* species in Norwegian cereals: a survey. *Acta Agric Scand B* 54:168-176.
- Velluti, A., S. Marin, L. Bettucci, A.J. Ramos & V. Sanchis. 2000. The effect of fungal competition on colonization of maize grain by *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum* and *F. graminearum* and on fumonisin B-1 and zearalenone formation. *International Journal of Food Microbiology* 59:59-66.
- Xu, X., P. Nicholson & A. Ritieni. 2007a. Effects of fungal interactions among *Fusarium* head blight pathogens on disease development and mycotoxin accumulation. *Int. J. Food Microbiol.* 119:67-71.
- Xu, X.M., W. Monger, A. Ritieni & P. Nicholson. 2007b. Effect of temperature and duration of wetness during initial infection periods on disease development, fungal biomass and mycotoxin concentration on wheat inoculated with single, or combinations of, *Fusarium* species. *Plant Pathology* 56:943-956.

Konkurransestrategier for spesialprodukter i norsk landbruksnæring

I det tverrfaglige prosjektet "Arktisk lammekjøtt- konkurransefortrinn i et nasjonalt og internasjonalt marked" kartlegger vi hele verdikjeden for spesialiserte matprodukter. Undersøkelsene viser at for best mulig å ivareta produktets særegne kvalitet, må der utføres tilpasninger utover de normale rutiner i hvert enkelt ledd av verdikjeden som har en kostnadseffekt.

Odd Jarl Borch¹ og Ingrid H. E. Roaldsen²

¹Handelshøgskolen i Bodø, ²Nordlandsforskning

Ingrid.roaldsen@nforsk.no

Trender i det globale og lokale markedet

I takt med et stadig økende utvalg av produkter i butikkhyllene blir forbrukeren stadig mer kvalitetsbevisst i sitt valg av matvarer, som i økende grad baseres på abstrakte kvalitetsdimensjoner slik som opprinnelse og egenskaper knyttet til produksjon av produktet. Gjennom merkevarebygging har flere nisjebedrifter bevist at høykvalitetskjøttprodukter i kombinasjon med å kommunisere ut historien bak produktet, er en suksess i form av høye salgstall. Dette er i tråd med trendene i det globale markedet som tar inn over seg aspekter ved helse, tilgjengelighet, bekvemmelighet, kvalitet og nytelse. Disse trendene gjør seg nå også gjeldende som muligheter i det nasjonale markedet i form av etterspørsel etter ekte og lokal mat.

Strategi knyttet til nisjeprodukter

Dette kapitlet vil i all hovedsak ha fokus på verdikjedetilpasninger som en strategisk spesialisering der bedriftenes aktiviteter forbundet med spesialprodukter innenfor landbruket kartlegges. En verdikjede består av de ulike fasene i en verdiskapningsprosess, fra mottak av råvarer, gjennom produksjonsprosessen til salg. En analyse av verdikjeden er nyttig for å identifisere viktige strategiske aktiviteter i bedriften, og videre for å forstå hvordan disse aktivitetene påvirker det totale kostnads- og verdiskapningsbildet.

Kvalitetsdimensjoner

Avhengig av hvor i verdikjeden en aktør befinner seg, er et sentralt funn i vår studie at alle har ulike oppfatninger omkring hvilke kvalitetsdimensjoner som oppfattes som sentrale for norsk lammekjøtt. Respondentene var imidlertid enige om at den totale kvaliteten var et resultat av både fysiske og mer abstrakte kvalitetsdimensjoner. Som fysisk kvalitet refereres

det til kjøttmengde, fettinnhold og møring. Blant de abstrakte kvalitetsdimensjonene må opprinnelse, historien bak produktet og historiefortelling rundt produktet, samt tradisjon sees på som sentrale funn i undersøkelsene. Begrepsbruken varierer i henhold til hvor i verdikjeden man befinner seg, noe som kan by på kommunikasjonsmessige utfordringer verdikjeden igjennom. Mer spesifikt viser funnene at i de tre første fasene av verdikjeden, henholdsvis, bonden, slakteriet og bearbeidingsbedriftene legges der stor vekt på lammenes beiteforhold og hvorvidt lammene kommer rett fra utmarksbeite til slaktning eller ikke. En leder i en bearbeidingsbedrift uttalte dette slik "Du blir hva du spiser. Hvis lammene spiser søppel før de blir slaktet så blir kvaliteten deretter. Hvis de derimot spiser urter og slikt som vokser i fjellene vil dette vises på kjøttkvaliteten." Ved nærmere undersøkelse av de delene av verdikjeden som omhandler distribusjon, salg og markedsføring, blir aspekter som helse og opprinnelse, samt historien til produktet svært viktig.

Tilpasninger på produksjonsnivå i verdikjeden

Uten unntak må der gjøres tilpasninger i hvert ledd i verdikjeden. De fleste av disse tilpasningene har å gjøre med sortering av lammene hos bonden og på slakteriet, etterfulgt av ekstra tiltak i forhold til merking. Når det kommer til distribusjon, salg og markedsføring gjør tilpasningene utslag i mer omfattende pakking og emballering. Verdt å merke seg er at disse ekstra tiltakene har ført til at enkelte bedrifter har valgt å samle all sin spesialproduksjon på ett sted, for ikke å forstyrre varestrømmene til volumproduktene.

Tilpasninger på det administrative plan i verdikjeden

Undersøkelsene på produksjonsnivå viser at tilpas-

ningene de måtte gjøre gjorde seg utslag i forhold til tidsbruk, prosedyrer og flyt i varestrømmen. Bonden ble nødt til å leie inn ekstra personell, mens på slakteriet var det behov for mer opplæring og bruk av mer erfarne arbeidere med fokus på produksjon av spesialitetsprodukter. Dette førte til at der måtte legges inn ekstra anstrengelser for å motivere de ansatte og få de til å forstå betydningen av å ha et spesielt kvalitetsfokus. Dette ble gjort på følgende måte, uttalt av en av lederne på bearbeidingsiden

"... gjennom å informere og snakke med de som utfører arbeidet for å få dem til å bli klar over deres arbeid og hvordan dette påvirker råvaren i den neste delen av kjeden. I denne typen produksjon er produktet aldri bedre enn vårt svakeste ledd". I tillegg til kunnskap blant de ansatte, viste undersøkelsene at kontrollrutiner, oppdateringer og ekstra kapasitet blant lederne til koordinering, er sentrale tilpasninger på det administrative plan. I bedrifter der man både produserer spesialprodukter og volumprodukter, ble det lagt vekt på hvordan de små varestrømmene påvirker de store. Dette beskrives svært godt av følgende sitat fra lederen til en av bearbeidingsbedriftene "Det største behovet for tilpasning ligger i kompetanseheving. Å skape en forståelse for nødvendigheten av de små varestrømmene. I sesongen blir disse sett på som rusk i maskineriet." Dette viser at mellomlederne må jobbe tett sammen med produksjonslederne for å oppnå forståelse for det økte kvalitetsfokus som spesialprodukter krever.

Tilpasninger på det strategiske plan i verdikjeden

Den økte kvalitetsstandarden på spesialitetsproduktene har store konsekvenser på det strategiske plan, gjennom den sterke avhengigheten som ligger i at hvert enkelt ledd av verdikjeden følger opp den ekstra gode kvaliteten for å bevare denne. Dette utgjør en ekstra kostnad for alle ledd i verdikjeden. Denne kostnaden er i aller høyeste grad relatert til å skulle takle små varestrømmer gjennom et system utviklet for volumprodukter. En av bøndene forklarer på følgende måte hvorfor han får økte kostnader forbundet med spesialitetsprodukter "Jeg må følge spesielle standarder. De økte kostnadene har å gjøre med sporbarhet. Spesielle avtaler med bearbeidingsiden er nødvendig. Det er også behov for økt kompetanse og koordinering." En positiv følge av den økte kvalitetsstandarden som følger med spesialitetsprodukter er at den kontinuerlige læringsprosessen, der økt kunnskap og bedre samspill mellom aktørene står sentralt.

Konklusjon

I kulissene bak produksjon av matspesialiteter i norsk landbruksnæring, ligger der mye ekstra arbeid som en ikke finner i ordinær volumproduksjon. Dette er ekstra arbeid i form av tilpasninger som hvert enkelt ledd i verdikjeden må gjøre for å opprettholde den overlegne kvaliteten fra bonden og helt frem til forbrukeren. I tillegg kommer de tilpasninger som må gjøres som koordineringer mellom leddene i verdikjeden. Alle disse tilpasningene er tidkrevende og fordyrende prosesser. En ekstra utfordring ligger i å få alle aktørene til å samarbeide omkring det økte kvalitetsfokus og til å bevege seg i samme retning. Dette er utfordringer som stiller store krav til strategisk ledelse, en gjennomgripende utvikling av samarbeid og forpliktende allianser. For å kunne gjøre dette kan enkle grep tas som å bryte etablerte rutiner, å akseptere merarbeid der man på kort sikt ikke får kompensasjon for ekstra kostnader, samt at man gjennom å tillate at andre bedrifter styrer ens egen produksjon må akseptere at dette krever stor grad av tillit og offervilje. Aktørene innenfor produksjon av matspesialiteter bør ha fokus på langsiktig strategisk kompetansebygging for å sikre at den særegne kvaliteten opprettholdes verdikjeden igjennom.

Referanser

- Borch, O.J. & I. Roaldsen. Competitive positioning and value chain configuration in international markets for traditional food specialties. EAAE 105 th. Edited book. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. Under publisering.
- Dalgic, T. & M. Leeuw. 1994. Niche marketing revisited. Concept, applications and some European cases. *European Journal of Marketing* 28(4):39-55.
- Hammermesh, R.G., M.J. Anderson & J.E.Harris. 1978. Strategies for low market share businesses. *Harvard Business Review* 50(3):95-102.
- Kotler, P. 1991. From mass marketing to mass customization. *Planning Review*. September/October:11-47.

Fettsyresammensetning i beiteplanten smyle i et nordlig utmarksbeite

Grønt plantevev i vekst inneholder den ernæringsmessig gunstige omega-3-fettsyren α -linolen. Beiteplanten smyle i et nordlig fjellbeite hadde ikke forskjeller i konsentrasjon av α -linolensyre med hensyn til høstetidspunkt eller nord/sørhelling, men planter ved høyere lokaliteter ble funnet å ha lavere konsentrasjon av spesielt α -linolensyre.

Jørgen Mølmann, Marit Jørgensen og Espen Haugland
Bioforsk Nord
jorgen.molmann@bioforsk.no

Bakgrunn

Fettsyrer er en av hovedbestanddelene i lipider, som finnes i alle biologiske membraner hos levende organismer. Planter inneholder hovedsakelig fettsyrer med kjedelengder på 16 og 18 karbonatomer, henholdsvis (C16) og (C18). Fettsyrenes karbonkjeder kan være mettet med hydrogenatomer (eks. C18:0), eller ha én til tre umetta dobbeltbindinger, eksempelvis: (C18:1), (C18:2) og (C18:3). Sistnevnte C18:3 i planter er den flerumetta omega-3 fettsyren: α -linolensyre, som vanligvis utgjør over halvparten av den totale fettsyresammensetningen i grønne plantedeler. α -linolensyre spiller en nøkkelrolle i fotosyntesen, ved å opprettholde elektrontransportkjeden gjennom kloroplastmembranene ved temperaturer under 20-25 °C (Routaboul et al. 2000).

Drøvtyggere som beiter på friskt grønt plantevev har høyere andel av ernæringsmessig gunstige flerumetta fettsyrer i kjøttet, blant annet α -linolensyre (C18:3) og konjugert linolsyre (CLA, en variant av C18:2). Hovedkilde til disse fettsyrene er α -linolensyre fra friskt beite, som unnslipper hydrogenering i vommen og tas opp i muskel og fettvev i dyret.

Siden α -linolensyre er viktig i opprettholdelse av effektiv fotosyntese ved temperaturer under 20-25 °C, er det en mulighet for at planter i nordlige utmarks- og fjellbeiter med kjølige eller lave temperaturer (9-15 °C) i vekstsesongen, har spesielt høyt innhold av α -linolensyre. Smyle (*Avenella flexuosa*) er den dominerende grasarten i mange nordlige og fjellbeiter i Norge, og utgjør en viktig andel av beitede planter for blant annet sau og lam på utmarksbeiter. Fettsyresammensetningen i smyle ble derfor undersøkt over en høydegradient fra sør til nord i et nordlig fjell-

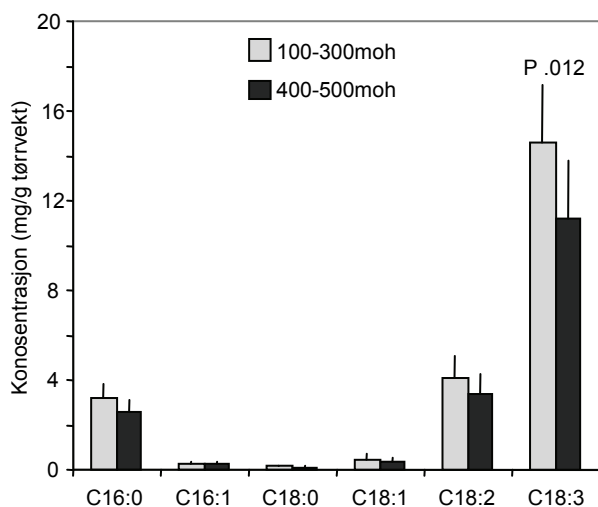
beite for å se om fettsyresammensetningen påvirkes av høyde over havet, nord/sør helling og tidspunkt i beitesesongen 2007.

Materiale og metoder

Grønt bladvev (inkludert skuddmeristem) ble høstet i flytende nitrogen (-196 °C) fra smyle (*Avenella flexuosa*) i vegetativ stadium i fjellbeite på Rundheia, Kvaløya i Troms fylke. Det ble høstet bladvev fra 20 planter per prøve, i en høydegradient fra 100 til 500 m.o.h. på sør og nordlig side av fjellet. Det ble tatt prøver ved to ulike tidspunkt i beitesesongen 2007, 2. august og 28. september. Materialet ble frysetørket og totalt innhold av fettsyrer ble ekstrahert med metanolsaltsyre etter Browse (1986). Ekstraktene ble analysert ved gass kromatografi og flammeioniseringsdetektor (GC-FID) ved Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Resultater og diskusjon

α -linolensyre i grønne blader av beiteplanten smyle utgjorde gjennomsnittlig 64 prosent av det totale fettsyreinhold, med en konsentrasjon på 13 mg/g tørrvekt. Den relative andel av α -linolensyre i forhold til andre fettsyrer er sammenlignbart med grønt bladvev hos andre grasarter og urter. Konsentrasjonen er imidlertid noe lavere enn hos andre grasarter: engkvein, gulaks og timotei (Mølmann upublisert). Dette kan skyldes den spesielle morfologien til smyle; den har svært smale blader, og kan inneholde et lavere antall fotosyntetisk aktive mesofyllceller enn mer bredbladet arter. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i konsentrasjon av fettsyrer ved to ulike høstetidspunkt 2. august og 28. september. Det ble heller ikke funnet noen signifikant forskjell mellom nord og sørlig side av fjellbeitet.



Figur 1. Fettsyresammensetning i grønne blader av beiteplanten smyle (*Avenella flexuosa*) ved ulike høyder i et utmarksbeite på Kvaløya, Troms i 2007. Prøvene ble høstet i en høydegradient fra sør til nordsiden av Rundheia 500 m.o.h., n = 12 ved 100-300 m.o.h., n = 8 ved 400-500 m.o.h. og standardavvik vist.

Det ble imidlertid funnet signifikant lavere konsentrasjon av C18:3 fettsyren i planter ved 400-500 m.o.h. enn ved 100-300 m.o.h. Lokaltetene med lavest konsentrasjon 400-500 m.o.h. er over tregrensen (ved 300 m.o.h.) i utmarksbeitet, og dermed mer utsatt for lave temperaturer. En mulig forklaring på den lavere C18:3 konsentrasjonen kan være at plantene som vokser ved de høyeste lokalitetene har tidligere vekst avslutning og at dette fører til lavere mengde aktive kloroplaster i bladene. Lav temperatur gjør planter mer følsomme for korte daglengder og høyere lokaliteter kan derfor gi tidligere endring utviklingsstadium på sommeren/høsten. Resultater

fra andre grasarter viser også en sammenheng mellom utviklingsstadium og innhold av C18:3. Det er påvist lavere innhold av C18:3 ved senere tidspunkt i vekstsesongen hos raigras (Witkoska *et al.* 2008). Og, utmarksbeiteplanten fjellgulaks ved gradvis lavere temperaturer fra 18 °C til 9 °C og høyere andel strå/blad, viste også en reduksjon i andel α -linolensyre korrelert med reduksjon i fotosyntese (Mølmann upublisert). Med hensyn til beiting faller den observerte reduksjonen i ernæringsmessig gunstig C18:3 målt 2. august og 28. september sammen med reduksjon i proteininnhold om høsten, da sauen begynner å trekke ned mot lavere lokaliteter i utmarka.

Finansiering

Dette arbeidet er finansiert av fondet for avgifter på landbruksprodukter, avtalepartene i jordbruksoppgjøret, Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, FMLA i Nordland, Troms og Finnmark, Nortura og de deltakende forskningsinstitusjonene Bioforsk Nord, Nordlandforskning og Matforsk.

Referanser

- Routaboul, J.M., S.F. Fischer & J. Browse. 2000. Trienoic fatty acids are required to maintain chloroplast function at low temperature. *Plant Physiology* 124:1697-1705.
- Browse, J., P.J. McCourt & C.R. Somerville. 1986. Fatty acid composition of leaf lipids determined after combined digestion and fatty acid methyl ester formation from fresh tissue. *Analytical Biochemistry* 152:141-145.
- Witkoska, I.M., C. Wever, G. Gort & A. Elgersma. 2008. Effects of nitrogen rate and regrowth interval on perennial ryegrass fatty acid content during the growing season. *Agronomy Journal* 100:1371-1379.

Fettsyresammensetning og antioksidantinnhold i melk fra utmarksbeite i fjellet

I prosjektet "Driftssystemer for et bærekraftig landbruk i fjellbygdene" ble det i 2007 samlet melk fra to besetninger på utmarksbeite i fjellet. Analyser av melken viste et høyere innhold av umettede fettsyrer, antioksidanter og et lavere innhold av mettede fettsyrer sammenliknet med vintermelk og oppgitte standardverdier.

Hanne Sickel
Bioforsk Øst
hanne.sickel@bioforsk.no

Innledning

Undersøkelser fra Sveits og alpene (Collomb *et al.* 2002, Leiber *et al.* 2005) viser at melk produsert på artsrike beiter i fjellet har et høyere innhold av alfa-linolensyre (ω 3) og flerumettede fettsyrer enn melk produsert i lavlandet. Årsaken er trolig et høyere innhold av flerumettet fett i beiteplantene (Collomb *et al.* 2002b) samt et større utvalg beiteplanter enn på kultiverte beiter (Moloney *et al.* 2008). Collomb fant også et høyere innhold av konjugert linolsyre (CLA) i melk fra fjellbeiter. Et høyere innhold av umettede fettsyrer kan medføre at melkeproduktene lettere oksiderer og får usmak. Antioksidanter i melka kan imidlertid motvirke oksidasjonsprosessene. Det er grunn til å tro at noen beiteplanter i fjellet kan ha et svært høyt innhold av antioksidanter (Røthe 2007). Konsentrasjoner og sammensetning av antioksidanter i melk fra artsrike beiter er imidlertid foreløpig ukjent. I prosjektet "Driftssystemer for et bærekraftig landbruk i fjellbygdene" ønsker man å finne ut om melk produsert på utmarksbeite i fjellet skiller seg kvalitetsmessig fra vanlig konvensjonell melk ved å ha en annen fettsyresammensetning og et høyere antioksidantinnhold.

Materiale og metoder

Studieområdene omfatter stølen Buodden i Valdres og Hamarsbøen i Hallingdal. Besetningen på Buod-

den besto av 12 melkekyr i 2007. Stølen ligger på 950 moh i nordboreal vegetasjonssone. På Hamarsbøen gikk det 18 melkekyr i 2007 og denne stølen ligger på 1040 moh i overgangen mellom nordboreal og lavalpin vegetasjonssone. Begge stølene ligger i områder med relativt rik berggrunn som gir gode næringsforhold for planter. Beitede vegetasjonstyper har vanligvis et karplanteutvalg på ca. 40-50 arter som inkluderer både gras, urter, lyng og busker. Kyra oppholder seg på stølen fra begynnelsen av juli til begynnelsen av september og går fritt omkring i utmarka på dagtid.

Melkeprøver tas fra 10 individer i hver besetning, en gang i juli og en gang i august. Det velges kyr med kalvingstidspunkt vinter/tidlig vår hvilket gir høyere avdrått på stølen. Melkemengde (kg), kraftfôr (type og mengde) og eventuell medisinsk behandling av dyret registreres. Standard melkeanalyser som blant annet omfatter smak/lukt, fett- og proteininnhold og ureanivå utføres på individnivå av TINE. Nedfrosne prøver av melka sendes til analyser med hensyn på fettsyresammensetning og innhold av noen utvalgte antioksidanter. Buodden inngår også i et stølsmelkprosjekt som TINE gjennomfører parallelt med dette prosjektet i samarbeid med IKBM/UMB. I TINE prosjektet blir det tatt melkeanalyser også på vinterstid som analyseres på samme måte.

Tabell 1. Gjennomsnittsverdier (g/100g fettsyrer) av alfa-linolensyre, CLA, mettede fettsyrer og umettede fettsyrer i stølsmelk fra Buodden (n=9-10) og Hamarsbøen (n=10), og i tankmelk fra Buodden (n=2) i mars. Alle tall er oppgitt med \pm 1 SD.

	α -linolensyre	CLA	Mettede fettsyrer	Umettede fettsyrer
Buodden, juli	0,70 \pm 0,08	1,03 \pm 0,31	53,59 \pm 4,91	37,20 \pm 4,59
Buodden, august	0,68 \pm 0,04	1,13 \pm 0,28	53,78 \pm 4,09	36,89 \pm 3,82
Hamarsbøen, juli	0,77 \pm 0,08	1,00 \pm 0,20	59,05 \pm 3,31	32,92 \pm 2,81
Hamarsbøen, august	0,86 \pm 0,11	1,22 \pm 0,19	58,13 \pm 2,69	31,72 \pm 1,91
Buodden, mars	0,43 \pm 0,00	0,58 \pm 0,03	64,68 \pm 1,07	27,75 \pm 0,96

Tabell 2. Gjennomsnittsverdier (n=9-10) av noen antioksidanter i stølsmelk fra Buodden (B) og Hamarsbøen (H) i juli og august, og i tankmelk fra Buodden (n=2) i mars. Mengdene er oppgitt med ± 1 SD.

	lutein (μM)	zeaxanthin (μM)	β -karoten (μM)	α -tokoferol (mg/L)	C-vit (mg/L)	α -tokoferol (mmol/100g)
B, jul	0,08 \pm 0,024	0,011 \pm 0,007	0,268 \pm 0,084	0,700 \pm 0,181	0,797 \pm 0,244	0,163
B, aug	0,136 \pm 0,027	0,024 \pm 0,005	0,373 \pm 0,156	1,026 \pm 0,185	0,943 \pm 0,280	0,238
H, jul	0,090 \pm 0,048	0,017 \pm 0,010	0,494 \pm 0,254	1,592 \pm 0,895	1,991 \pm 0,928	0,370
H, aug	0,140 \pm 0,042	0,028 \pm 0,009	0,517 \pm 0,126	1,110 \pm 0,323	0,577 \pm 0,337	0,258
B, mar	0,017 \pm 0,001	ID	0,259 \pm 0,013	0,509 \pm 0,009	0,703 \pm 0,223	0,118

Resultater

Melka ble analysert med hensyn på 11 mettede fettsyrer, 12 umettede fettsyrer og CLA. De analyserte umettede fettsyrene omfatter ω 3-fettsyrene alfa-linolensyre, EPA og DHA. Av disse er det kun alfa-linolensyre som utgjør en mengde av betydning. Tabell 1 viser de gjennomsnittlige målte verdiene (g/100g fettsyrer) av alfa-linolensyre, CLA, mettede og umettede fettsyrer. Innholdet av alfa-linolensyre og CLA er betydelig høyere i stølsmelken sammenliknet med tankmelk fra Buodden i mars. På Buodden er også det totale innholdet av umettede fettsyrer betydelig høyere på stølen sammenliknet med vintermelka.

Melka ble analysert med hensyn på 5 antioksidanter, lutein, zeaxanthin, beta-karoten, alfa-tokoferol (vitamin E) og vitamin C. Mengdene er oppgitt i tabell 2. Matvarens totale antioksidantaktivitet kan oppgis i mmol/100g. Blomhoff (2004) har målt potensiell antioksidantaktivitet i en rekke matvarer (FRAP-metoden) og oppgir en verdi på 0,04 mmol antioksidantaktivitet pr 100 gram for helmelk (Blomhoff 2008). Hvis man regner om de oppgitte verdiene for antioksidantene i tabell 2 til antioksidantaktivitet i mmol/100g er det bare alfa-tokoferol som finnes i mengder av betydning. Alfa-tokoferol har en støkiometrisk faktor på 2, hvilket betyr at mengden (mmol/100g) i tabell 2 skal ganges med 2 for å få sammenliknbare tall med de oppgitt av Blomhoff. Det totale innhold av antioksidanter i stølsmelka blir da minimum ca. 0,32 (Buodden juli) og maksimum ca. 0,74 (Hamarsbøen, juli). Dette er mange ganger høyere enn Blomhoffs verdi på 0,04. Om disse nivåene av alfa-tokoferol er tilstrekkelig til å motvirke oksidasjon av umettede fettsyrer er foreløpig uvisst.

Referanser

- Blomhoff, R. 2004. Antioksidanter og oksidativt stress. *Tidsskr Nor Lægeforen*, 124:1643-5.
- Blomhoff, R. 2008. Antioksidanter - Den sanne historien, Kagge forlag, Oslo 160 s.
- Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, B. Jeangros & J.O. Bosset. 2002 a. Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands using high resolution gas chromatography. *International Dairy Journal*, 12:649-659.
- Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, B. Jeangros & J.O. Bosset. 2002 b. Correlations between fatty acids in cows' milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *International Dairy Journal* 12:661-666.
- Leiber, F., M. Kreuzer, D. Nigg, H.R. Wettstein & M.R.L. Scheeder. 2005. A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows milk of alpine origin. *Lipids* 40:191-202.
- Moloney, A.P., V. Fievez, B. Martin, G.R. Nute & R.I. Richardson. 2008. Botanically diverse forage-based rations for cattle: implications for product composition, product quality and consumer health. *Grassland Science in Europe* 13:361-374.
- Røthe, G. 2007. Viltveksande urter som krydder og helsekost. Tiltak i handlingsplan for økologisk landbruk i Troms. *Bioforsk Rapport* 2(19). 17 s.

Melkekvalitet i ulike driftssystem

Produksjonssystem (økologisk eller konvensjonelt) og engdyrkingssystem (kortvarig eller langvarig eng) påvirker kvalitetsegenskapene hos melk. I en feltstudie i Midt-Norge var effekten av produksjonssystem størst.

Steffen Adler og Håvard Steinshamn
Bioforsk Økologisk
steffen.adler@bioforsk.no

Bakgrunn og innledning

Melkeproduksjon kan være basert på kortvarig eng (i vekstskifte med åkervekster) eller langvarig eng. Kortvarig eng er mest utbredt der det er gode vilkår for dyrking av åkervekster, mens langvarig eng finner en der det av ulike årsaker er vanskelig å drive jordarbeiding. Begge engdriftssystemene finnes i både økologisk og konvensjonell drift. Studier i Storbritannia har vist at økologisk melk har et høyere innhold av flerumettede fettsyrer (FS), et høyere innhold av n-3 FS og et lavere n-6/n-3 forhold (Ellis *et al.* 2006). Det er også funnet at botanisk artsrik eng og beite kan gi annen sammensetning av fettsyrene i melkefettet enn reint gras (Lourenco *et al.* 2007). Innholdet av planteøstrogenener i melk er påvirket av belgvekstart og kraftförmengde (Steinshamn *et al.* 2008). Målet med feltstudiet var å undersøke om valg av engdriftssystem og valg av produksjonssystem påvirker kvalitetsegenskapene hos kumelk i Midt-Norge.

Materialer og metoder

Ni gårder i Midt-Norge med økologisk melkeproduksjon basert på kortvarig eng (KØ) ble parett med 9 gårder med konvensjonell melkeproduksjon med kortvarig eng (KK). På samme måte ble 7 gårder med økologisk melkeproduksjon og langvarig eng (LØ) parett med 7 gårder med konvensjonell melkeproduksjon og langvarig eng (LK). Engdriften ble definert som kortvarig når engarealene i 2006 hadde en gjennomsnittsalder på mindre enn 5 år og som langvarig når engarealene hadde en gjennomsnittsalder på over 5 år. Ved utvalg av parene ble det i tillegg lagt vekt på likhet i geografisk beliggenhet og kalvingstid. Feltstudiet er basert på data fra intervjuer, opplysninger fra kukontrollen (individnivå og gårdsnivå) og innsamling av tankprøver av melk, prøver av grovför og prøver av kraftför (2-ukers perioder annenhver måned i 2007 og 2008). Her blir resultater fra 2007 presentert. Melkeprøver ble analysert for kjemisk sammensetning,

fettsyresammensetning, vitaminer, selen og planteøstrogenener. Melkas sensoriske egenskaper ble vurdert av testpanel (TINE). Botanisk sammensetning ble bestemt før 1. slått i 2007 for representative arealer på hver gård. På de konvensjonelle gårdene var det grasarter som dominerte. På de økologiske gårdene var det i tillegg til grasarter en betydelig andel belgvekster (KØ) og urter (LØ).

Data ble analysert i en faktoriell variansanalyse med engdyrkingssystem, produksjonssystem, samspillet engdyrkingssystem*produksjonssystem og måned som faste effekter og gård innen engdriftssystem og produksjonssystem og gårdspar innen engdriftssystem som tilfeldige effekter.

Resultater og diskusjon

De økologiske systemene hadde lavere melkeytelse (18,0 vs. 20,8 kg) og lavere ureaverdier i melk (39,6 g/kg vs. 56,4) enn de konvensjonelle systemene. Melka fra bruk med kortvarig eng hadde høyere proteininnhold enn melka fra langvarig eng (34,5 vs. 33,1 g/kg). Kortvarig eng førte til lavere innhold av frie fettsyrer i melka (0,48 vs. 0,57 meq/l), men det ble ikke funnet forskjeller i melkas sensoriske egenskaper.

Fettsyresammensetningen ser ut til å ha blitt påvirket av spesielt to faktorer: Forholdet mellom grovför og kraftför i rasjonen og fettrike ingredienser i kraftföret. Produksjonssystem hadde sterk effekt på fettsyresammensetningen (tabell 1), mens engdriftssystem hadde signifikant effekt bare på enkelte fettsyrer. På de økologiske gårdene ble det brukt mindre mengde kraftför enn på de konvensjonelle gårdene (5,0 vs. 6,9 FEm/dag). Det er noe av forklaring til at de økologiske bruka hadde høyere andel mettede fettsyrer i melka og lavere innhold av C18:2c9,12 og C18:1c9 enn de konvensjonelle. Den antatt høyere grovförandelen i förrasjonene på de økologiske gårdene enn

Tabell 1. Fettsyresammensetning og innhold av vitaminer, selen og plantehormoner i melk fra kortvarig økologisk engdrift (KØ), langvarig økologisk engdrift (LØ), kortvarig konvensjonell engdrift (KK) og langvarig konvensjonell engdrift (LK) i Midt-Norge i 2007.

	KØ	LØ	KK	LK
Mettede FS, g/100 g FAME	69,79 ^a	68,48 ^b	66,51 ^c	66,86 ^c
Enumettede FS, g/100 g FAME	26,25 ^c	27,44 ^{bc}	29,56 ^a	29,37 ^{ab}
Flerumettede FS, g/100 g FAME	3,96	4,08	3,93	3,77
n-6/n-3 FS	2,02 ^c	1,90 ^c	3,22 ^a	2,71 ^b
α-tokoferol (vitamin E), mg/l	0,601 ^b	0,709 ^{ab}	0,687 ^a	0,700 ^{ab}
β-karoten (forstadium til vit. A), mg/l	0,180 ^b	0,190 ^{ab}	0,213 ^a	0,207 ^{ab}
Retinol (vitamin A), mg/l	0,527	0,508	0,494	0,489
Selen, µg/100 ml ¹	2,18 ^a	1,87 ^b	1,83 ^b	1,66 ^b
Equol (isoflavonoid), µg/l ²	284,4 ^a	86,8 ^b	57,3 ^b	50,7 ^b
Enterolactone (lignan), µg/l ²	135,0 ^a	98,8 ^{ab}	79,5 ^b	76,8 ^b

^{abc} Tall på samme linje med ulike oppheva bokstaver er signifikant forskjellige

¹ Prøver fra februar, april, juni, august og oktober 2007

² Prøver fra februar, juni og oktober 2007

på de konvensjonelle gårdene kan ha ført til høyere innhold av C18:3c9,12,15 i melk. De fleste økologiske kraftfôrslagene er tilsatt fiskemel som kan forklare det høyere innholdet av langkjedete n-3 fettsyrer i melk. Forholdet mellom n-6 og n-3 fettsyrer var lavest i melk fra de økologiske gårdene. Melk fra konvensjonelle gårder inneholdt mer β-karoten enn melk fra økologiske gårder. Dette tyder på høyere innhold av β-karoten i konvensjonelt grovfôr enn i økologisk grovfôr. Det er overraskende at innholdet av selen er høyere i melk fra gårder med kortvarig eng enn langvarig eng, og at innholdet var høyest i melk fra økologiske gårder. Det er usikkert om dette er en effekt av grovfôr eller selentilskudd i mineraltilskudd eller selen fra fiskemel.

Plantehormoner har en struktur som ligner på østrogen (17β-estradiol). Plantehormoner kan hos mennesker ha fysiologisk effekt på kolesterolregulering, på benstyrke og de kan ha beskyttende effekt mot ulike typer kreft. Equol (isoflavonoid) og enterolactone (lignan) utgjorde ca 90% av det totale innholdet av plantehormoner i melk. Høyere innhold av equol på KØ skyldtes at disse gårdene hadde høyest innhold av rødkløver (inneholder formononetin og daidzein, som er forstadier til equol) i rasjonen. Det ble funnet høye verdier for enterolactone i melka (høyest i melk fra ØK) men årsaken for dette er ukjent.

Konklusjoner

Kvalitetsegenskapene hos melk påvirkes i større grad av produksjonssystem (økologisk eller konvensjonelt) enn av engdyrkingssystem (kortvarig eller langvarig eng). Det antas at hovedfaktorene er kraftfôrmengde, kraftfôrets innhold av lipider og botanisk sammensetning av grovfôret.

Referanser

- Ellis, K.A., G. Innocent 1, D. Grove-White, P. Cripps, W.G. McLean, C.V. Howard & M. Mihm. 2006. Comparing the Fatty Acid Composition of Organic and Conventional Milk. *J. Dairy Sci.* 89:1938-1950.
- Lourenco M., G. Van Ranst, B. Vlaeminck, S. De Smet & V. Fievez. 2007. Influence of different dietary forages on the fatty acid composition of rumen digesta as well as ruminant meat and milk. *Anim. Feed Sci. Technol.* Doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.05.043.
- Steinshamn, H., S. Purup, E. Thuen & J. Hansen-Møller. 2008. Effects of Clover-Grass Silages and Concentrate Supplementation on the Content of Phytoestrogens in Dairy Cow Milk. *J. Dairy Sci.* 91:2715-2725.

Kvalitet av biff fra beite

Diekalvproduksjon på utmarksbeite kan gi like stor tilvekst og slaktevekt som tilsvarende produksjon på innmarksbeite. Begge beitetypene gav meget god kjøttkvalitet med kun små forskjeller i kvalitet mellom kjøtt produsert på inn- og utmark. Prosjektet er gjennomført av Nortura og Bioforsk med besetninger av forskjellige storferaser fra Lillehammer, Gausdal, Øyer og Ås.

Mats Höglind¹, Håvard Steinshamn², Øystein Havrevoll³, Kristin Saarem³, Inger Helene Lombnæs³ og Asgeir Svendsen³

¹Bioforsk Vest, ²Bioforsk Økologisk, ³Nortura
mats.hoglund@bioforsk.no

Når konkurransen fra importert kjøtt øker, må den norske kjøttprodusenten lete etter nye produksjonssystemer og utvikle nye produkter. Det er en fordel om en kan produsere kjøtt som både blir opplevd som unikt av forbrukeren slik at en kan ta ut en høy pris, og er billig å produsere slik at en kan ta ut en rimelig gevinst. Nortura gjennomførte sammen med Bioforsk et prosjekt med hensikten å undersøke om diekalvproduksjon på utmark kan gi et kjøtt med andre ("nisje") egenskaper enn kjøtt produsert på innmarksbeite. Vi har sammenlignet inn- og utmarksbeite mhp. kalvetilvekst og kjøttkvalitet, samt undersøkt effekten av slutføring på innmarksbeite etter utmarksbeite de siste ukene før slakt.

Materiale og metode

Forsøk 1: På hver gård, fire i 2006 og fem i 2007, gikk 10-12 diekalver med mødrene enten på dyrket beite ved gården eller i utmarken. Gårdene lå i Gausdal, Lillehammer og Øyer kommune. To gårder var med begge årene. Innen hver gård ble kalvene fordelt mellom de to beitetypene. Gruppene var balansert etter fødselsdato, kjønn, vekt og til en viss grad alder på moren. Kalvene ble født i perioden februar til april og slaktet rett etter sanking om høsten samme år. Alder ved slaktning var hhv. 203 og 193 dager i 2006 og 2007. Utmarksbeitet varierte fra gressdominerte, gamle setervoller, blåbærgranskog, blåbærbjørkeskog og engbjørkeskog i skogbeltet til lav- og rishei over tregrensen. Innmarksbeitet ved gårdene var i hovedsak gressdominerte langvarige beiter, men på flere gårder gikk dyrene på italiensk raigressbeite de siste 3-4 ukene før slakt. Storferasen var "Aberdeen Angus" på en gård, "Charolais" på en gård, mens kryssninger mellom store raser ble brukt på de andre.

Forsøk 2: I 2008 ble 32 kalver av rasen Sidet trønder- og nordlandsfe fra Senter for husdyrforsøk (SFH) brukt i forsøk etter samme opplegg som i forsøk 1.

Utmarksgruppen gikk i Grimsdalen i Dovre kommune etter en uke i Folldal i Tynset kommune i til sammen 68 dager. Den andre gruppen gikk på innmarksbeite dominert av engrapp og timotei i Ås kommune. Dagen etter sanking fra fjellet ble halvparten av kalvene i hver gruppe slaktet, mens resten fikk beite i tre uker til på innmarksbeite på Ås før slaktning. Alder ved slakt rett fra fjellet var 175 dager, mens den andre gruppen ble slaktet da de var 200 dager i gjennomsnitt. Området i Grimsdalen der det ble mest beitet, består av dvergbjørkhei med lavrike og gressrike heier med innslag av fuktigere drag. Ellers var det blåbærskog med bjørk og einer under gjengroing der dyrene beitet mindre, men oppholdt seg ved dårlig vær.

Ved slaktning ble det tatt prøve av ytrefileten på venstre halvdel og av underhudsfettet. Prøvene ble analysert kjemisk (forsøk 2 ikke ferdig analysert pr 30. des. 2008). I forsøk 2 ble det gjennomført en sensorisk beskrivende analyse av ytrefiletene av et trent panel ved Matforsk. Statistisk analyse ble gjort ved «proc mixed» i SAS med beitetypen, gård (forsøk 1), kjønn, alder ved beiteslipp (kovariat) og tilvekst fra fødsel til beiteslipp (kovariat) som faste effekter og individ som tilfeldig. Resultatene er presentert som «lsmeans» for beitegruppene.

Resultater og diskusjon

Tilveksten i beitetiden og slaktevekten var høyere hos kalvene som gikk på innmarksbeite ved gården enn hos de som gikk på utmarksbeite i 2006 (tabell 1). Dette samsvarer med Gravir (1962) som også fant at storfe som beitet i lavlandet, hadde større tilvekst enn de som beitet i fjellet. Året etter ble resultatet det motsatte da kalvene som gikk i utmark, hadde større tilvekst og høyere slaktevekt enn de som gikk på innmark (tabell 1). Statistisk analyse av resultatene fra de to gårdene som var med begge år, viste det same som i tabell 1 og at effekten av beitetypen

var avhengig av år. Det eneste som var konsistent over år, var at kalvene som hadde gått i utmark, ble klassifisert som noe fetere enn de som hadde gått på innmark. Det er vanskelig å peke på en bestemt årsak til at vi fikk motsatt resultat de to årene. En medvirkende årsak kan være at været var svært forskjellig: døgnmiddeltemperaturen var 2,2 °C lavere, og det regnet 30 % mer i beitetiden i 2007 enn i 2006. Kjølign sommer med mye nedbør gir større planteproduksjon i tørre strøk og førkvaliteten holder seg lenger på et godt nivå.

I forsøk 2 ga innmarksbeite i gjennomsnitt større slaktevekt enn utmarksbeite (ikke vist). Tilveksten i fjellbeitetiden var nesten 200 g per dag større hos dyrene som gikk på innmark enn hos de som var i fjellet (1095 vs. 904 g/dag, $P < 0,05$), men etter sanking var tilveksten størst hos de kalvene som først hadde vært på fjellet (609 vs. 459 g/dag, $P < 0,05$). Det var ingen effekt av beitetype på slakteklassifisering, men de som hadde gått på innmark og ble slaktet tidlig, ble klassifisert noe fetere enn de andre.

I det første året i forsøk 1 var det en tendens til at utmarksbeite ga kalver med høyere fettinnhold i ytrefiletten enn innmarksbeite (ikke vist). Det var også en tendens til høyere innhold av stearinsyre og oljesyre og lavere innhold av transvaksensyre. I det andre året var det høyere innhold av flerumettede fettsyrer i kjøttet fra innmark, noe som i stor grad kan forklares med lavere fettinnhold. Innholdet av flerumettede fettsyrer og forholdet mellom flerumettede og mettede fettsyrer var i begge gruppene høyere enn forventet til å være storfekjøtt. Dette kan forklares

med at det er unge dyr med lavt fettinnhold. Likeså var forholdet mellom n-6 og n-3 fettsyrer relativt lavt til å være storfekjøtt, noe som blir regnet som gunstig og i samsvar med storfekjøttproduksjon basert på beite og unge dyr med lavt fettinnhold (Scollan et al. 2006). Ytrefilet produsert på innmarksbeite hadde noe grovere struktur enn fileten fra utmarksbeitet. Ellers var det ingen statistisk forskjell i sensoriske egenskaper (lukt, smak, tekstur) mellom ytrefilet produsert på inn- og utmark i forsøk 2.

Konklusjon

Utmarksbeite kan gi like bra tilvekst og slaktevekt som innmarksbeite hos diekalv, men det er avhengig av beitesesong og kvalitet på utmarksbeite. Det var liten effekt av beitetype på fettsyresammensetningen av fett i ytrefiletten. Likeså var de liten effekt av beitetype på de sensoriske egenskaper til ytrefiletten, selv om kjøttet produsert på innmark var noe grovere.

Referanser

- Gravir, K. 1962. Kjøttproduksjonsforsøk med samanlikning mellom 4 norske storferasar på fjell- og låglandsbeite. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 41(9). 47s.
- Scollan, N., J.F. Hocquette, K. Nuernberg, D. Dannenberger, I. Richardson, & A. Moloney. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74:17-33.

Tabell 1. Effekt av beitetype på vekt, tilvekst og slakteklassifisering hos diekalvar på innmarksbeite og utmarksbeite i to beitesesonger (2006 og 2007), forsøk 1.

	2006		2007	
	Innmark	Utmark	Innmark	Utmark
Antall kalver	19	23	30	30
Alder ved slakt, dager	200	206	189	200
Lengde av fjellbeiteperioden, dager	93	92	88	88
Levendevekt ved slakt, kg	246a	230b	214b	225a
Slaktevekt, kg	128a	123b	112b	117a
Tilvekst i beitetiden, g/dag	1073a	948b	984b	1104a
Slakteklasse ¹	6,5	6,1	5,7	6,0
Fettklasse ²	4,6	5,1	3,5b	4,0a

a,b Tall på samme linje med ulik bokstav innen år, er signifikant forskjellige

¹EUROP systemet: P- = 1, P = 2, P+ = 3, O- = 4, O = 5, O+ = 6, R- = 7, R = 8, R+ = 9

²EUROP systemet: 1- = 1, 1 = 2, 1+ = 3, 2- = 4, 2 = 5, 2+ = 6, 3- = 7 ... 5+ = 15

Lokal identitet og annen merverdi - et potensial for det norske landbruket?

Norsk landbruk har et stort potensial som foreløpig er lite utnyttet. Dette potensialet er knyttet til landbruksproduktenes lokale identitet og landbruksproduksjonens "sekundærprodukter" i form av økosystemtjenester og andre fellesgoder.

Bolette Bele og Ann Norderhaug
Bioforsk Midt-Norge
bolette.bele@bioforsk.no

Norsk landbruk har gjennom årtusener formet vårt kulturlandskap og gitt det et rikt innhold av fellesgoder som kulturminner, biologisk mangfold og andre økosystemtjenester. De siste tiårenes modernisering av landbruket har resultert i en imponerende produksjonsøkning, men også i en ensretting og utarming av landskapet. Sammenlignet med mange andre europeiske land har vi i Norge likevel fortsatt et meget innholdsrikt kulturlandskap og tradisjonsrike driftsformer som opprettholder disse fellesgodene. Dette innebærer et stort potensial for det norske landbruket som foreløpig er lite utnyttet.

Interessen for nisjemat og merkevarer med lokal identitet og spesiell kvalitet har økt sterkt i seinere tid. Mange utenlandske produsenter profiterer på dette, for eksempel franske vinprodusenter som understreker betydningen av lokale produksjonsforhold for utvikling av vinens gode smak og lokale karakter ("terroir"). Også noen norske produsenter utnytter dette, som for eksempel Lofotlam, men det kunne utnyttes og utvikles av det norske landbruket i langt større grad enn i dag. Bringebær er kanskje det norske jordbruksproduktet som har mest til felles med vindruer, og muligheten for "terroir-utvikling" undersøkes nå nærmere i et samarbeidsprosjekt mellom HIST (Høyskolen i Sør-Trøndelag) og Bioforsk. Andre eksempler på produkter med spesiell kvalitet som vi i Norge har tradisjonelle forutsetninger for å utnytte som merkevarer er stølsprodukter. Det er vist bl.a. i to pågående Bioforsk-prosjekter at melk og rømme som er produsert på artsrike fjellbeiter har et rikere innhold av flerumettede fettsyrer og antioksidanter enn melk produsert i lavlandet. Slike produkter er av stor interesse også i sammenheng med den økende interessen for "mat og helse".

Dessverre er ikke alle produsenter av nisjemat og merkevarer like seriøse. Noen utnytter interessen for produkter med lokal identitet og spesiell kvalitet ved å selge produkter med en "tom image". Men dette vil konsumenter sikkert gjennomskue før eller siden og da kan det lett skade også andre merkevarer. Det er derfor viktig at man virkelig dokumenterer en merkevarers fortrinn og formidler dokumentasjonen til forbrukerne.

Produsenter av nisjemat og merkevareprodukter har også en utfordring i markedsføring, logistikk og omsetning i et marked som domineres av noen få store aktører. Derfor arbeides det nå både på lokalt, regionalt, nasjonalt og europeisk nivå for å underlette omsetningen av slike merkevarer og dermed utviklingsmulighetene for nisjeprodusentene.

I tillegg til utvikling av nisjemat og merkevarer med spesiell kvalitet, ser vi som jobber med kulturlandskap enda en mulighet for norsk landbruk gjennom å utvikle forståelsen for sammenhengen mellom kulturlandskap, landskapskvaliteter og landbruksproduksjon (Norderhaug *et al.* 2006). Matens kvalitet og lokale identitet kan i mye sterkere grad knyttes opp til produksjonslandskapets egenart og nærmiljøkvaliteter enn man foreløpig har gjort. Et svensk regionalt prosjekt som fokuserte på beitets betydning for opprettholdelse av de strandenger som karakteriserer regionen, viste at dette er et stort potensial, et potensial som er lite utnyttet i Norge i dag. Mange norske konsumenter er opptatt av opprettholdelse av vårt kulturlandskap (Norges forskningsråd 2005) og et pågående EU-prosjekt viser at det også er stor betalingsvilje for landskapskvaliteter som biologisk mangfold (Knut Per Hasund pers. medd.). Det er imidlertid en stor utfordring at folk flest har lett for å se

hus og kanskje også kulturminner i landskapet, men ikke "selve landskapet" og det biologiske mangfoldet.

Grunneierne ser heller ikke alltid hva landskapet virkelig inneholder. Noen brukere har imidlertid oppdagget det og i tillegg sett at det kan være en sammenheng mellom landskapskvalitet og produktkvalitet og at dette kan utnyttes i markedsføringen. Eksempel på produsenter som bruker sammenhengen mellom landskap og landbruksprodukter er Villsau-produsentene, men også de kunne utviklet og utnyttet forståelsen for denne sammenhengen ytterligere.

For norsk landbruk vil økt forståelse for sammenheng mellom produksjonsform og landskapskvalitet være et stort fortrinn hvis vi sammenligner oss med andre

vesteuropeiske land. Det vil gi oss mange utviklingsmuligheter for spesielle landbruksprodukter, men også for mulighetene til å styrke samarbeidet mellom landbruk og opplevelsesturisme og for å styrke småskala-produsenter og multifunksjonelt landbruk generelt. I tillegg vil det kunne få stor betydning i sammenheng med WTO-forhandlinger og øke norsk landbruks troverdighet og konkurranseevne.

Referanser

- Norderhaug, A., J. Hermansen, A.G. Thorhallsdottir, S. Kurppa, L. Bergils & L. Rosef. 2006. NKJ-report. Maintenance of the cultural landscape as a resource for sustainable agricultural development. Bioforsk Rapport 1(117). 78 s.
- Norges Forskningsråd. 2005. Kulturlandskap uten bønder? Marked og samfunn 6:1-2.

Avlingspotensial og fôrkvalitet av heilgrøde

Ut frå aukande interesse for bruk av heilgrøde til drøvtyggarar, har Bioforsk i lag med forsøksringane undersøkt avlingspotensial og fôrkvalitet av bygg, rugkveite og vârkveite i reinbestand og i lag med i ulike belgvekstar. Resultata syner store avlingsvariasjonar i alle landsdelar og at samdyrking med belgvekstar kan gi dyrkingsmessige utfordringar og liten gevinst i proteininnhald når kornet blir hausta ved deigmodning.

Astrid Johansen
Bioforsk Midt-Norge
astrid.johansen@bioforsk.no

Innleiing

Med heilgrøde meiner ein oftast korn og/eller belgvekstar der heile planta blir hausta sams og på eit seinare utviklingstrinn enn grønfôr. Heilgrøde er såleis relativt fiberrikt og kan tilføre mykje struktur i fôrfrasjonen, men også ein del stive. Med finansiering frå LMD ('Rettleiingsprøvinga') og i samarbeid med forsøksringane har Bioforsk Midt-Norge (BMFN) gjennomført tre forsøksseriar for å undersøkje avlingspotensial og fôrkvalitet av heilgrøde av kornslaga bygg, vârkveite og rugkveite dyrka âleine og i lag med ert eller âkerbønne. Her vil resultat frå to seriar med ruteforsøk der kornet vart hausta ved deigmodning bli presenterte.

Material og metode

Av ulike ârsaker gjekk ein del av dei i alt 17 felta heilt eller delvis ut. Her vil resultat for sju 'vellykka' felt bli synt. Lokaliseringa går fram av Tabell 1. I 2006 vart vårrugkveite ('Duplo') samanlikna med seksradsbygg ('Edel'). I 2008 vart vârkveite ('Bjarne') samanlikna med toradsbygg ('Sunnita') og/eller seksradsbygg ('Tiril'). Kornet vart sådd i reinbestand (20 kg/daa) og i blanding med ert(er) (bygg og rugkveite) eller 'Columbo' âkerbønne (kveite). Ertesortane var 'Julia' (2006) og 'Javlo' (2008). Sâmengd for blandingsgrødene var 12 kg korn + 8 kg ert(er). Kuart kornslag vart sådd med og utan belgvekst i parvise ruter (â 10,5 m²) med to (2006) eller tre (2008) gjentak. Felta vart gjødsla med 8-12 kg N/daa. Det vart gjort kvalitetsanalysar på eitt gjentak frå kvart felt (Oppdal unnateke) hos AnalyCen, Moss. Leddvis samanslâtte prøver frå Sarpsborg og Kvithamar (2008) vart i tillegg analysert ved Eurofins Steins, Danmark.

Resultat og diskusjon

Sâtida varierte frå 2. mai til 8. juni og haustetida frå 14. juli til 18. september. Ingen av desse felta vart

sprøyta mot ugras eller skadedyr, og det var lite ugras ved hausting. Alle felt og ledd vart hausta da kornet var på deigmodningsstadiet, somme tidleg (BBCH 77-83) andre noksâ seint (BBCH 85-87). Ved hausting hadde meir enn 50% av skolmane hjâ belgvekstane nådd full storleik. Ikkje uventa brukte seksradsbygg kortast tid på å nå det ônska utviklingstrinnet (68-72 døgn frå såing) medan kveite og rugkveite trong lengst tid (76-115 døgn). Akkumulert varmesum før hausting var størst på Ôrland og i Oppdal. Varmt og til dels tørt vêr bade på Løten, i Kvinnherad og ved Bioforsk Midt-Norge (BFMN) i juli 2006 gjorde at utviklinga av kornet (særleg bygg) gjekk raskt. Dette er truleg ei viktig ârsak til at avlingane av seksradsbygg her vart mindre enn det ein oppnâdde bade på Ôrland og i Rissa (resultat ikkje synt) der sommaren var kaldare og fuktigare dette âret. På alle felt i 2006 vart avlingane av rugkveite større enn for bygg. Forskjellen var statistisk sikker ved BFMN og Ôrland.

I 2008 var spirings- og buskingsforholda i Trøndelag gode og ein oppnâdde til dels store avlingar. Forsommartørke var ârsak til låge avlingar i Sarpsborg dette âret. På felt lagt ut av Jæren og Trøndelag forsøksringar var avlingane av toradsbygg om lag som ved BMFN medan kveiteavlingane var noko lågare (resultat ikkje synt). Det var små og ikkje konsistente avlingsforskjellar mellom korn i reinbestand og blandingsgrøder. På mange av felta som ikkje er teke med i denne presentasjonen var det anten svært dårleg etablering av belgvekstane frå våren av og/eller dei gjekk ut som fylgje av ugrassprøyting. Belgvekstane set større krav til râme for å spire enn korn. I storskalaforsøk erfarte ein såleis i 2008 at tilslaget av belgvekstar var dårleg (10-15 %) på austlandet og i Nord-Norge der det var tørt, medan det var godt i Trøndelag (35-40 %) (Johansen 2009).

Tabell 1. Tørrstoffavling (kg TS/daa) ved deigmodning av kornheilgrøde sådd i reinbestand og i blanding med erter eller åkerbønne i to seriar med feltforsøk.

	2006				2008		
	BFMN ¹	Ørland	Løten	Kvinnherad	BFMN ¹	Sarpsborg	Oppdal
6-radsbygg	745	1101	692	647	1045		1028
+erter	742	1022	648	606	1044		893
Rugkveite	848	1485	864	864			
+ erter	938	1306	899	821			
2-radsbygg					853	486	
+ erter					905	455	
Kveite					1014	555	788
+åkerbønne					834	564	672
P-verdi	0,03	<0,01	IS	0,11	<0,01	<0,01	<0,01
C.V. ²	5,3	5,4	14,7	12,3	7,2	3,7	7,6

¹BFMN= Bioforsk Midt-Norge, Stjørdal ²C.V.=variasjonskoeffisient

Førkvalitetsanalysane indikerer at heilgrøde hausta ved deigmodning gir eit proteinfattig fôr, med varierende fiberinnhald og med fylgjande rangering mellom kornslaga m.o.t. innhald av stive: bygg>kveite>rugkveite (tabell 2). Både nivå og rangering samsvarar godt med det ein har funne ved tilsvarende utviklingstrinn i svenske undersøkingar. Ettersom eitt av føremåla med heilgrøde nettopp er å få ei stor fôravling som heilt eller delvis kan erstatte innkjøpt kraftfôr og tradisjonelt grovfôr til dyr med lågt/moderat næringskrav, vil derfor bygg være eit vel så godt val som rugkveite og kveite, spesielt i område med kort veksttid. At bygg har høgare meltegrad enn (rug)kveite er med på å støtte opp eit slikt val. Svenske forsøk tyder elles på at opptaket av toradsbygg er høgare enn av seksradsbygg (Wallsten 2008). Det ser ut til at gevinsten av å blande inn belgvekstar er relativt liten med omsyn til å auke innhaldet av råproteini føret og dyrkingsmessig kan ulempene synest større enn fordelane. Ein kan likevel ikkje sjå bort i

frå at innblanding av belgvekstar kan gi eit meir smakeleg fôr enn korn i reinbestand. Storskalaforsøk har synt at heilgrøde (med belgvekstar) kan haustast med vanleg utstyr for grashausting og ensilerast i rundballar med godt resultat (Johansen 2009).

Referansar

- Johansen, A. 2009. Ensilert heilgrøde - dyrkingspotensial, førkvalitet og bruksområde. Husdyrforsøksmøtet 2009, Hotell Arena Lillestrøm 4-5 februar (under trykking).
Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in Dairy Production. Digestibility, Feed Intake and Milk Production. Doctoral Thesis No. 2008:56, Department of Agricultural Research for Northern Sweden, SLU, Umeå, Sweden.

Tabell 2. Førkvalitet av heilgrøde hausta ved deigmodningsstadiet. Middeltal for fire felt i 2006 og for to felt i 2008. Alle tal er i g/kg tørrstoff (TS) der ikkje anna er oppgjeve.

	2006 ¹				2008 ²			
	Bygg	Bygg +ert	Rugkveite	Rugkveite +ert	Bygg	Bygg +ert	Kveite	Kveite +bønne
TS, gram/kg	329	278	393	396	338	299	392	326
Råprotein	93	107	82	89	71	80	77	103
NDF	540	503	567	530	403	412	488	470
Oske	57	28	54	47	37	40	43	46
Stive	94	111	89	70	231	197	140	141
FKorg ³					726	717	678	706
Belgvekst, %	0	2-30	0	2-20	0	2-18	0	12-30

¹ 6-radsbygg, ² 2-radsbygg, ³ FKorg=gram fordøyeleg organisk stoff

Dyrkingspotensial for raisvingel i Norge

Forsøk og erfaring har hittil vist at raisvingel har stort avlingspotensial. Godkjent på norsk sortliste er sortane Paulita og Felina. 'Hykor', med same foreldreartar som 'Felina', er tilrådd godkjent etter verdiprøving. Nye forsøk viser at fleire kandidatsortar frå norsk sortsutvikling kan vera både varige, gi høg avling og ha god førkvalitet.

Liv Østrem¹, Birger Volden² og Arild Larsen³
¹Bioforsk Vest, ²Bioforsk Nord, ³Graminor AS
 liv.ostrem@bioforsk.no

Raisvingel er kryssing mellom artar av raigras og svingel. Sortane kan vera mellomformer av foreldreartane eller vera avla mot ein av dei og varierer m.o.t. overvintring, avling og vekst gjennom sesongen. Sortar med strandsvingelbakgrunn har overvintra best og gitt mest stabile avlingar over år ('Hykor', 'Felina'), medan sortar med engsvingelopphav ('Paulita', 'Felopa') har vist stort avlingspotensial men er lite varige. Graminor har stor aktivitet m.o.t. sortsutvikling av raisvingel, med hovudvekt på kryssingar mellom engelsk raigras og engsvingel. Generelt lågare vinterstyrke i forhold til timotei og engsvingel, gjer at raisvingel veks seinare om våren og først på sommaren, men i seinare slåttar har gode raisvingelsortar høgst avling og gir oftast høgst totalavling. Den gode veksten utover ettersommaren og tidleg på hausten er ein fordel i høve til tradisjonelle sortar i timotei og engsvingel. Vidare sortsutvikling vil etter kvart gje meir vinterherdige raisvingelsortar.

Grovførkvalitet

Med aukande fokus på grovførkvalitet og utnyttingsgrad av fiber, vil kravet til nye sortar vera at dei skal ha høg førkvalitet samt at det også er ønskjeleg at sorten held denne kvaliteten lengst råd. Sortane

må også vera stabile over år m.o.t. overvintring og avling. I eit NFR-prosjekt mellom UMB, Bioforsk og Graminor, vart det i 2006 etablert haustetidsforsøk i Fjaler og Bodø med markedsortar av raisvingel ('Hykor', 'Felopa') og kandidatsortar frå Graminor. Sortane vart hausta ved tidleg (aksa så vidt synlege) og normal haustetid (aksa halvvegs ut av slira). I 2006 vart det også etablert sortsforsøk med 16 raisvingelsortar og 4 kontrollsortar (timotei, engsvingel, engelsk raigras og strandsvingel) på Hamar, i Bodø og i Fjaler.

Resultat

I haustetidsforsøket hadde kandidatsorten FuRs0463 og 'Hykor' sikkert høgare sumavling over hausteregime og felt enn 'Grindstad' timotei. 'Grindstad' hadde høgst avling i 1. slått, medan raisvingelsortane gav høgare avling ved seinare haustingar. 'Grindstad' hadde størst mengde stenglar ved 1. slått, medan 'Felopa' og FuRs0357 hadde høgst stengeldel ved seinare haustingar (tabell 1).

Frå sortsforsøket viste middel over to engår og tre stader at fleire raisvingelsortar hadde sikkert høgare avling enn timotei og engsvingel. Skilnader i over-

Tabell 1. Grasavling, kg ts pr daa, og blad:stengel på tørrstoffbasis ved hausting (i parentes) ved 1.-4. slått 2007, middel av tidleg og normal haustetid og to stader.

Sort	Kg tørrstoff / daa (blad:stengel)				Sum
	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått	
Hykor	307 (1,38)	237 (2,74)	284 (4,07)	144 (2,64)	972
Felopa	194 (0,85)	232 (0,75)	242 (1,14)	145 (1,70)	813
FuRs0463	352 (0,90)	250 (1,17)	258 (2,23)	174 (1,76)	1034
FuRs0357	309 (0,79)	227 (0,82)	247 (1,83)	148 (1,56)	931
Grindstad	430 (0,48)	159 (1,71)	209 (1,90)	93 (-)	891
LSD 5%	55 (0,16)	23 (0,28)	20 (0,41)	17	90

Tabell 2. Fiberinnhold i avling og i blad- og stengelfraksjonen, NDF (% av ts) og UNDF (% av NDF) (i parentes) ved 1. og 2. slått, 2007, middel av tidleg og normal haustetid.

Sort	1. slått			2. slått		
	Avling ¹⁾	Blad ²⁾	Stengel ²⁾	Avling ¹⁾	Blad ²⁾	Stengel ²⁾
Hykor	51,7 (9,4)	52,4 (9,0)	59,8 (13,0)	52,1 (8,7)	53,7 (8,0)	61,2 (8,6)
Felopa	45,1 (4,5)	42,2 (0,7)	57,4 (8,5)	50,2 (6,6)	40,6 (0)	55,4 (8,2)
FuRs0463	44,4 (6,0)	44,2 (0,8)	57,4 (5,9)	48,6 (6,7)	45,9 (1,6)	57,8 (8,4)
FuRs0357	44,9 (6,4)	41,0 (0,8)	54,1 (7,0)	48,4 (7,7)	42,0 (3,2)	57,0 (11,1)
Grindstad	60,1 (9,8)	53,5 (4,3)	70,8 (13,6)	51,2 (4,6)	50,5 (2,0)	67,6 (9,4)
LSD 5%	2,5 (1,7)	2,6 (1,8)	2,9 (2,2)	2,4 (1,3)	2,9 (1,7)	2,8 (2,13)

¹⁾Fjaler og Bodø, ²⁾Fjaler.

vintring gav ulik sortsrangering i Nord- og Sør-Norge. 'Paulita', 'Perun' og 'Hykor' gav størst avling i sør, medan kandidatsortane FuRs9812, FuRs0463 og FuRs0135 var best i nord.

Fenologisk utviklingsstadium vart funne ved hjelp av "Mean Stage by Count (Bonesmo & Bakken 2005). I middel av hausteregime og felt viste 'Grindstad' timotei ved 1. slått eit meir avansert utviklingsstadium (2,5) enn raisvingelsortane (1,7-2,0) og 'Fure' engsvingel (1,9). I 2. slått var raisvingel komen lengre i utvikling enn timotei med utvikling på høvesvis 2,1 og 1,7 for 'Felopa' og 'Grindstad'. Ved seinare slåttar var skilnadene i utvikling mindre.

Fiberinnhold i form av NDF og UNDF (ufordøyeleg NDF) i avling (gjennomsnitt for Fjaler og Bodø) og i blad og stengel (Fjaler) for 1. og 2. slått i 2007, gitt som gjennomsnitt av tidleg og normal skyting, er vist i tabell 2. Samanlikna med andre raisvingelsortar hadde Hykor høgt fiberinnhold og også eit svært høgt innhold av ufordøyeleg NDF, spesielt i blada. Vinteren 2008-09 vert det gjennomført føringsforsøk med oksar ved Bioforsk Nord Bodø av ensilert fôr av 'Felina', 'Felopa' og 'Vega' timotei. I løpet av 2009 vil ein ha resultat for i kor stor grad til dels store skilnader i fôrqualität påverkar kjøttproduktet.

Dyrkingsråd

Raisvingel gir store avlingar og må haustast tre gonger for å få tilfredsstillande fôrqualität (Østrem & Hamar 2005, Østrem 2007). Det er viktig med tidleg første-slått og eit komprimert tidsrom mellom slåttane. 'Hykor' set få aks i førsteslåtten og har rask gjenvekst som kun er blad. Fem-seks veker mellom slåttane kan vera ei rettesnor, og spesielt i gjenveksten er avlinga større enn det ein trur. Blada hjå 'Hykor' kan lett bli over halvmetere lange, og når blada legg seg oppå kvarandre i veksten, syner avlinga lite att i høgda. Raisvingelsortane har ofte ein open veksemåte samanlikna med andre kulturgrasartar. Dette gjer dei godt eigna til bruk i blandingar, kanskje med unntak av timotei som lett kan koma i utakt med den raske gjenveksten og dermed forsvinn raskare enn om haustetida vert tilpassa timotei.

Referansar

- Bonesmo, H. & A.K. Bakken. 2005. Presentasjon av arbeidet med å lage prognose for avling og kvalitet hos grovfôr. Grøn kunnskap 9(4):187-194.
- Østrem, L. & T. Hamar. 2005. Raisvingel - rettleingsprøving og storskalaforsøk i Sør-Norge. Grønn kunnskap 9(5):167-172.
- Østrem, L. 2007. Raisvingel og fleirårig raigras til slått og beite. Bioforsk FOKUS 2(7):21-23.

Beitekapasitet, dyrevelferd og kjøttproduksjon på inngjerdet sauebeite

Styrt beitedrift ved bruk av inngjerding kan være en løsning for å unngå store tap til rovilt. Det er imidlertid en oppfatning at denne driftsformen kan være en utfordring med hensyn til dyrevelferd, helse og kjøttproduksjon. Dersom dyreantall er tilpasset beitekapasiteten, viser foreløpige resultater ingen reduksjon i slakteresultater eller velferd.

Annette Bär og Berit Hansen
Bioforsk Nord
annette.baer@bioforsk.no

Målsetting

Målet er å finne en god balanse mellom arealgrunnlaget og dyretall ved hjelp av kartlegging av beiteverdi og estimering av beitekapasitet, samt velferdsvurdering av sauene for å sikre god dyrevelferd og tilfredsstillende kjøttproduksjon på inngjerdete beitearealer.

Metoder

Inngjerdete beitearealer i to besetninger (A og B) ble befart for å kartlegge vegetasjonen som grunnlag for å kunne vurdere områdets beitekapasitet for sau (antall sau/dekar). I tillegg ble flyfoto og geologisk berggrunnskart benyttet under arbeidet. Inndelingen av vegetasjonen etter beiteverdi er foretatt etter metode beskrevet av Larsson & Rekdal (2000) og Rekdal (2001). Beiteverdien for den enkelte vegetasjonstype vil være avhengig av produksjon av beiteplanter (kg tørrstoff/daa), næringsverdi (förenheter/kg tørrstoff) og utnyttingsgraden (andel plantemasse som dyra tar opp). På bakgrunn av forekomst og fordeling av vegetasjonstyper er beiteverdien klassifisert etter fire verdiklasser: mindre godt, godt, meget godt og svært godt beite for utmarksbeite og to klasser for innmarksbeite: svært godt og godt beite.

Velferdsparametrene som inngikk i denne studien var lammetilvekst, produksjonsresultater, sjukdomsforekomst og dødelighet. Lammene ble veid ved fødsel, vår (utslipp) og høst, samt to ganger i beiteperioden, slik at tilvekst i de forskjellige periodene kunne beregnes. Produksjonsresultater ble innhentet ved tilgang til Nortura's slakteweb. I tillegg vil nøkkeltall fra Sauekontrollen 2008 (årsutskrift buskap) bli innhentet når disse foreligger. Parasittbelastningen ble overvåket ved å ta ut avføringsprøver fra ti dyr i hver besetning to ganger i løpet av beiteperioden. I tillegg

ble fem leverprøver fra hver besetning tatt ut under slakting for kartlegging av sporstoffstatus (Cu, Co, Se). Helsetilstanden generelt i besetningen ble sjekket rutinemessig ved hver veing og tilfeller av synlige flåttangrep, fluemarkangrep, alveld eller liknende på levende dyr ble innrapportert. Alle døde dyr skulle registreres av bruker og ved egnethet sendes inn til obduksjon. Dødelighetsprosent på beite ble beregnet for hver besetning.

Foreløpige resultater og diskusjon

Besetning A har totalt 160 daa inngjerdet beite, bestående av forskjellige typer blandingskog og ca. 72 daa fulldyrket eng. I beitesesongen 2008 ble 74 søyer og 149 lam sluppet på dette beitet. Selv om innmarksarealene er tørkeutsatt blir beiteverdien vurdert som svært god pga en høy andel av næringsrike urter og grasarter. Blandingskogen regnes som godt beite. Den danner en mosaikk av småbregne-/lågurtskog men har et forholdsvis glissent feltsjikt. At sauene foretrakk å beite i skogen, hvilket medførte svært høy avbeitingsgrad, kan ha noe med det varme og tørre sommerværet, men også med beitepreferanser å gjøre. Etter Rekdal (2001) ble beitekapasiteten beregnet til å være 77 sau med lam (gjennomsnittlig lammetall 1,6).

Beitearealene til besetning B består av tre delområder som omfatter arealer i fjellet (300 daa), innmark i lavlandet (155/110 daa) og skogsbeite (430 daa). I løpet av sommeren ble dyrene (169 søyer og 247 lam) flyttet mellom de tre områdene. Beitet i fjellet består av fulldyrket sølvbunkeeng og gressmyr med (mindre) god beiteverdi og grasrik, åpen bjørkeskog med meget godt beiteverdi. Beitekapasiteten på dette området ble estimert til 108 sau med lam.

Innmarksarealet i lavlandet har svært høy beiteverdi etter bruk av beitepusser. Mindre arealer er dekket av myr (mindre godt beite), glissen granskog (mindre godt) og bjørkeskog med grasrikt feltsjikt (meget godt). Forsvarlig dyretall på dette området ble beregnet til 99 sau med lam. I det tredje området ble det foretatt en god del rydding og tynning av skogen. Ved siden av hogstfeltene finnes det en blanding av bjørkeskog, blandingsskog og gammel granskog med for det meste god beiteverdi. Beiteverdien var vanskelig å vurdere pga ryddingsarbeidet og den vil også forandre seg fort som følge av vegetasjonsendringer i feltsjiktet. Beitekapasitet i 2008 ble anslått til å være 52 sau med lam.

På utmarksbeite i Nord-Trøndelag bør daglig tilvekst ligge over 250 g/dag i perioden fra for- til midtsommer. Tilveksten på lammene som beiter innenfor permanente gjerdeanlegg bør være opp mot 250 g/dag fram til begynnelsen av august. Mot slutten av beitesesongen kan en forvente et betydelig fall i tilveksten på lammene, særlig de første årene før vegetasjonsdekket får et større innslag av ulike grasarter. Besetning B hadde signifikant bedre lammetilvekst enn besetning A (Tabell 1), med varians fra 154-345 g/dag i besetning A og fra 158-367 g/dag i besetning B. Grunnen til høyere tilvekst i besetning B kan skyldes større beitekapasitet i områdene til besetning B (total beitekapasitet på tre områder estimert til 259 sau med lam), men også at besetning B slipper færre lam per søye (1,5 lam i besetning B mot 2,0 lam i besetning A). Individuell melkeytelse hos søya vil utgjøre en betydelig faktor i denne sammenheng.

Tabell 1. Gjennomsnittlig tilvekst på beite for besetning A og B, samt slaktevekt, slakteklasse, fettklasse og slaktepris/dyr for besetning A, B og kontroll.

Parameter	A	B	Kontr.
Tilvekst på beite (g/dag)	241 a	260 b	
Slaktevekt (kg)	19,2 a	19,1 a	18,6 a
Klasse ¹	8,6 a	8,2 b	7,9 c
Fettklasse ²	5,4 ab	5,8 a	5,1 b
Pris/dyr (kr)	755 a	739 a	724 a

¹ EUROP klassifisering: P=1, P=2,.. R=7, R=8, R+=9. ²Fettklasse: 1=1, 1=2,.. 2=5, 2+=6. a,b,c : Forskjellige bokstaver indikerer signifikant forskjell (p<0,05)

Produksjonsresultatene ble beregnet ut fra 61 slaktelam i besetning A og 175 lam i besetning B. I tillegg dannet slaktelam på utmarksbeite fra besetning A kontrollgruppen (205 dyr). Resultatene er vist i tabell 1. I besetning A døde tre lam av ukjent årsak og et lam

ble borte. Dette gir en dødelighetsprosent på beite på 2,7 %. Besetning B tapte til sammen fem lam, et pga ryggvelt, to i ulykker og to ble borte. Dette utgjør en dødelighetsprosent på 2,0 %. Til sammenligning hadde kontrollbesetningen et lammetap på 16,7 % og Nord-Trøndelag fylke 13,8 % (tall fra OBB). Det ble ikke rapportert om kjente sjukdommer og ingen av kadavrene ble obdusert. Resultater fra sporstoffundersøkelsen foreligger foreløpig ikke.

Avføringsprøver tatt 7-8 uker etter beiteslipp viste relativt høyt infeksjonsnivå av rundorm og moderat til høy forekomst av koksidier i begge besetninger. Det ble innført regelmessig behandling mot innvollsorm hver 3-4 uke gjennom hele beiteperioden og i tillegg ble det anbefalt forebyggende behandling mot koksidiøse ved neste års beiteslipp. Snyltebelastningen var redusert betraktelig ved andre gangs parasittkontroll 12 uker etter beiteslipp (kun kontrollert i besetning B). Man må imidlertid påregne at smittepresset vil stige med økende antall år kontinuerlig beitedrift. Det er derfor viktig med nok avlastningsareal, slik at beitene kan ligge brakk med jevne mellomrom.

Konklusjon

Denne undersøkelsen viser at lammetilvekst, produksjonsresultater, sjukdomsforekomst og dødelighet lå innenfor normalområdene i to utvalgte, inngjerdete beiter. Tilveksten på beite lå hhv opp mot (besetning A), eller over (besetning B) oppgitte normtall. Vi fant lite forskjeller i produksjonsresultater mellom forsøksbesetningene og kontrollgruppa. Vurdering av vegetasjonens beiteverdi og -kapasitet er bare et grovt estimat siden den er avhengig av bl.a. vær og beitepleie som kan medføre endringer i vegetasjonssammensetningen. Oppfølging av dyrene under beitesesongen er derfor viktig.

Referanser

- Larson, J.Y. & Y. Rekdal. 2000. Husdyrbeite i barskog. Vegetasjonstyper og beiteverdi. NIJOS rapport 9/2000. 38 s.
Rekdal, Y. 2001. Husdyrbeite i fjellet. Vegetasjonstyper og beiteverdi. NIJOS rapport 7/2001. 49 s.

Mellom bruk og vern - hvordan bruke naturarven i verdiskaping?

Denne artikkelen presenterer resultater fra forskning på hvordan naturarven i Nord-Norge kan brukes i verdiskaping. Gjennom studier av 8 vernede områder vil vi her vise hvilke faktorer som bidrar til verdiskaping, og hva som oppleves som hindre.

Gunn Elin Fedreheim og Tone Magnussen
Nordlandsforskning
tma@nforsk.no

Formålet med å se på bruk av naturarven i verdiskaping

PROBUS (Protected areas as resources for coastal and rural business development) ser på hvordan institusjonelle ordninger, verneplanprosesser, fylkesdelplanprosesser og løsning av arealkonflikter påvirker mulighetene for næringsaktivitet i vernede områder. Disse områdene representerer unike naturmessige kvaliteter og faller inn som viktige områder i den norske naturarven. Prosjektet gjennomføres av Nordlandsforskning, Salten Friluftsråd, Høgskolen i Bodø og Bioforsk Nord Tjøtta og er finansiert av Norges Forskningsråd og Nord-norsk landbruksråd. Prosjektet startet opp i 2006 og sluttføres i 2009.

Metodetriangulering og kombinasjon av natur- og samfunnsvitenskapelige tilnærminger

Siden 2006 har vi studert åtte ulike verneområder i Nord-Norge: Vega verdensarvområde, Junkerdal nasjonalpark, Lyngsalpan landskapsvernområde, Reisa nasjonalpark, Øvre Pasvik nasjonalpark og Varangerhalvøya nasjonalpark. Prosjektet har også studert prosessene i områdene Lomsdal-Visten og Sjunkehatten som begge ligger hos Miljøverndepartementet for endelig vernevedtak som nasjonalparker. Totalt har prosjektet snakket med 77 personer (næringsaktører, grunneiere, kommunens saksbehandlere, Direktoratet for naturforvaltning, reindriftsutøvere, fylkesmannens miljøvernmyndigheter, Reindriftsforvaltningen og Finnmarkseiendommen med flere). I tillegg er det samlet inn data om verneplan- og forvaltningsplansprosesser og dispensasjonssøknader for alle de ovennevnte områdene. Områdene følges også gjennom medieoppslag, noe som også har gitt innspill til hvem vi snakket med i de ulike områdene. Gjennom å studere plan-

prosessene og gjennom en kartlegging av de som driver næring inn mot de vernede områdene har vi fått en oversikt over personer som ble invitert til å delta på en survey. Denne ble sendt ut til 1529 personer (næringsutøvere og grunneiere) i oktober. Det ligger også en nettversjon ute hvor friluftslivsutøvere kan svare på deres bruk av de vernede områdene. I tillegg skal det gjennomføres en nasjonal undersøkelse i regi av Synovate til et representativt utvalg om deres bruk av vernede områder. Denne undersøkelsen vil samfinansieres med Nord-Trøndelag fylkeskommune, Nordland fylkeskommune og Landsdelsutvalget.

Bioforsk Nord Tjøtta er ansvarlig for en GSM-kartlegging av 35 simlers bevegelser i Junkerdal nasjonalpark (Eilertsen *et al.*). Disse bevegelsene skal sees opp mot en friluftskartlegging som Salten Friluftsråd med flere har gjennomført i det samme området. Dette unike arbeidet gjennomføres på en slik måte for første gang i Norge, og resultatene er ventet å si noe om hvorvidt reinen påvirkes av friluftslivsinteressene. Samtidig er dette en metode som imøteses med stor interesse fra reindriftsutøvere.

Hvilke næringer bruker naturarvområder?

Områder som er vernet etter naturvernloven ilegges restriksjoner i forhold til formålet om at naturmiljøet skal vernes. Dette innebærer at "landskapet med planter, dyreliv og natur- og kulturminner skal vernes mot utbygging, anlegg, forurensninger og andre inngrep" (LOV 1970-06-19 nr. 63). I seg selv legger vernet dermed grunnlaget for hvilke næringer som kan bruke vernede områder. I prosjektet har vi gjennomført en kartlegging av næringene i tilknytning til de åtte områdene prosjektet ser på (Fedreheim *et al.* 2008a). Denne kartleggingen viser at vernede

Tabell 1. Antall aktører innenfor ulike aktiviteter og tilbud i vernede områder.

	Vega	Lomsdal- Visten	Sjunk- hatten	Junker- dal	Reisa	Lyngs- alpan	Varanger- halvøya	Øvre Pasvik	SUM
Overnatting	24	32	20	14	12	19	29	8	158
Mat	3	3	5	6	5	9	6	6	43
Reiseliv	14	16	25	26	32	43	32	29	217
Reindrift (siidaandeler)		11	3	2	59	7	15	6	103
Husdyrbeite	14	8	10	6	1	10	3	1	53
Oppdrett	6	31	6			2	6	1	52
Dunvær	17								17
Sum enheter	78	101	69	54	109	90	91	51	643

områder og randsone brukes i verdiskaping av flere ulike aktører (grunneiere, gårdbrukere, friluftsutøvere, reindrift, naturbasert turisme og oppdrett) og i flere aktiviteter. Tabell 1 viser en kort oversikt over antall tilbydere i de vernede områdene prosjektet har studert følger under. Denne viser noe av det store omfanget aktiviteter som skjer med bakgrunn i naturarven.

Et generelt trekk ved næringsaktiviteten som pågår i vernede områder i er at den i stor grad er en tilleggsnæring, hobby eller fritidsgeskjeft. Mange har utvikling av lokalsamfunnet som formål, eller formidling av naturverdier og - opplevelser. Noen har et klart kommersielt formål og gjør investeringer deretter. Mange av turismeaktørene er ikke interessert i for stor ekspansjon, og ønsker å profilere områdene ut i fra vernestatusen. Disse har et klart naturarv, og anser områdene som verdifulle nettopp fordi de er deres naturarv, og fordi de ønsker å bevare området som dette. De vil i enhver situasjon avveie veksten opp mot naturgrunnlaget.

Verdiskaping av naturarven - dagsaktuelt tema i et omskiftende samfunn

Prosjekttemaet har fått stor oppmerksomhet og er stadig på dagsorden nasjonalt sett. På denne måten er prosjektet svært dynamisk og omhandler også relevante endringer som observeres i grunneierstrukturen i Nord-Norge (Sandberg 2008) med etableringen av Finnmarkseiendommen og Samerettsutvalget 2. Prosjektet har også studert betydningen av allemannsretten for bruk av norsk utmark (Fedreheim *et al.* 2008b), og ser allemannsretten som sentral i all verdiskaping av naturarven.

Referanser

- Eilertsen, S.M., L.J. Hind, B. Hansen & R. Bjuor. 2008. Evaluering av forebyggende tiltak mot rovdyrtap i reindriften. Bioforsk Rapport 130(3). 45 s.
- Fedreheim, G.E., I. Bay-Larsen & I. Ojala. 2008a. Aktiviteter i vernet natur i Nord-Norge. NF-arbeidsnotat nr. 1017/2008. Nordlandsforskning, Bodø.
- Fedreheim, G.E. & A. Sandberg. 2008b. Friluftsløven og allemannsretten i et samfunn i utvikling. Utmark nr: 1-2008. On-line <http://www.utmark.org/>
- LOV 1970-06-19 nr. 63. Lov om naturvern <http://www.lovdata.no/all/hl-19700619-063.html#map001>
- Sandberg, A. 2008. Collective rights in modernizing North - on institutionalizing Sámi and local rights to land and water in northern Norway. International Journal of the Commons Vol. 2(2):269-287. On-line <http://www.the-commonsjournal.org/index.php/ijc/article/view/41/25>

Kulturlandskap og verdensarv – forvaltning av verdiene i Vegaøyen og Vestnorsk fjordlandskap

Norge har de siste årene fått to nye verdensarvområder der kulturlandskapskvalitetene står sentralt for verdensarvstatusen. I begge områdene er verdiene sterkt truet av bruksnedlegging og påfølgende gjengroing. Foredraget beskriver kort de nye områdene, utfordringer knyttet til dem og etablering av en ny støtteordning som skal bidra til bevaring av verdiene.

Lise Hatten¹, Ann Norderhaug² og Annette Bår¹

¹Bioforsk Nord, ²Bioforsk Midt-Norge

lise.hatten@bioforsk.no

Norges nye verdensarvområder

Vegaøyen Verdensarvområde ble innskrevet på UNESCO's verdensarvliste som kulturlandskapsområde i 2004. Året etter, i 2005, ble Vestnorsk Fjordlandskap innskrevet på samme liste, men som naturområde. I nominasjonen er det imidlertid fremhevet at kulturlandskapet tilfører området en kulturell dimensjon som utfyller og øker den samlede verdien av området. De to områdene tilfører den norske delen av verdensarven en ny dimensjon; områdene innehar verdier som er knyttet til landskap av en større utstrekning og som forutsetter en aktiv landbruksdrift. Dette foredraget skal presentere områdene kort, beskrive de ulike utfordringene knyttet til områdene, vise hvordan man jobber for å ivareta verdensarvverdiene samt redegjøre for en ny støtteordning for områdene.

Vegaøyen ligger på Helgelandskysten, sør i Nordland. Vegaøyen består av mer enn 6500 små øyer, holmer og skjær, men også deler av hovedøya, Vega, er med i verdensarv-området. Verdensarvområdet er på 1037 km². Av dette er 69 km² landareal. Innskrivingsteksten er konsis, og framhever grunnlaget for verdensarvstatusen som ligger i kulturlandskapet som er skapt av fiskerbondens mangesystemer med landbruk, fiske og ærfugl. Kvinnes innsats til livsoppholdet i øyene er særskilt vektlagt.

Vestnorsk fjordlandskap består av to delområder, hhv. Geirangerfjordområdet og Nærøyfjordområdet. Områdene utgjør til sammen 1227 km², hvorav 107 km² er sjøareal. Kriteriene for statusen er at områdene er typelokaliteter for klassisk, velutvikla fjordlandskap med særegne klimatiske og geologiske forhold, samt

at de regnes blant de vakreste fjordlandskapene i verden med et dramatisk naturlandskap som utfylles av en kulturell dimensjon som gårdene og stølene i området gir.

I det videre kommer vi til å ha størst fokus på Vega, men nevner også litt om Vestnorsk Fjordlandskap.

Utfordringer i bevaringen av kulturlandskapet i verdensarvområdene

Per i dag er det ingen aktive bruk innenfor verdensarvområdet i Vega. En del av øyene beites, men det er et stort problem med gjengroing på svært mange øyer i området. Hoveddelen av grunneierne i øygarden driver ikke gårdsbruk, og svært mange bor andre steder. Det er store botaniske verdier på øyene, men verdiene og gjengroingsgraden varierer mye.

I Vega arbeides det nå med vegetasjonskartlegging av de ulike øygruppene med påfølgende utarbeiding av skjøtselsplaner, der innhentet informasjon om tidligere arealbruk sammenstilles med vegetasjonskartleggingen og eventuelle momenter som er viktige for skjøtselen av området i dag. Det gis konkrete lister med prioritering av anbefalte tiltak og alternative løsninger. Per i dag er det laget skjøtselsplan for 4 områder, ytterligere fire ferdigstilles i løpet av februar 2009. Det er planlagt å utarbeide ytterligere fire skjøtselsplaner i 2009.

Det er flere utfordringer knyttet til selve beitedriften i Vegaøyene: man er avhengig av prammer og båt for å få dyra ut på beite og for å drive tilsyn. Problemer skapes i denne sammenheng lett av at det er et

værhardt område. I tillegg er begrensa beitearealer en utfordring som fører til at man må ha tilgang til beredskapsareal - dyra må kanskje flyttes midt i sesongen ved tørkeperioder. På den andre siden har man lite problem med rovdyr, og dyra holder seg der de er satt ut.

I Vestnorsk Fjordlandskap er situasjonen litt annerledes. Der ligger det flere bruk innenfor verdensarvområdet, men antallet bruk har gått ned de siste tiåra. Gjengroing er derfor også her en akutt trussel mot landskapsverdiene og landbruksdrifta må sikres og stedvis økes for at kulturlandskapsverdiene skal kunne ivaretas. I Vestnorsk Fjordlandskap har de valgt å fokusere på selve gårdene i større grad enn på Vega - de har for eksempel laget planer for hvilke bruk som må ha nye fjøs for å sikre drifta videre, og i hvilke delområder man skal prøve å få flere bruk i drift. En annen utfordring de er opptatt av, er å sikre en videre småskala landskapsdrift, der særlig fortsatt slått av de små slåtteteigene samt i brattlendt terreng står sentralt.

Nye støtteordninger

De to verdensarvområdene utarbeidet i 2007 i fellesskap en Tiltaksplan, på oppfordring fra flere departementer. Tiltaksplanen beskriver områdene, utfordringer og gir forslag til løsninger og etablering av en ny støtteordning for landbruksdriften i verdensarvområdene. Denne støtteordningen ble etablert i 2008, med til sammen 3 mill. kr bevilget over jordbruksavtalen. Støtteordningen er noe ulikt utarbeidet i de to verdensarvområdene, da utfordringene som beskrevet ovenfor er noe forskjellig. De er imidlertid felles oppbygd med følgende ramme:

Arealbidrag gir støtte til slått innenfor verdensarvområdene. Målsetningen med arealbidraget er å ha et veldrevet landskap i verdensarvområdene. Arealbidraget er delt inn i 3 klasser etter estimert arbeidsforbruk ved skjøtsel. Her kan også ordinær fulldyrka mark få støtte, men da etter grunnsatsen. Grunnsatsen er 400 kr/daa, høyeste sats er 2000 kr/daa.

Beitebidraget skal sikre et dyrehold som er tilfredsstillende for å oppnå et tilstrekkelig beitetrykk i verdensarvområdet. Grunnprisen her er kr 400/småfé. I Vestnorsk Fjordlandskap ligger denne satsen likt i hele området, i Vega har man valgt å differensiere bidraget i soner (0-3) etter avstanden til hovedøya, der besetningene holder til. Laveste sats er halve grunnbeløpet, høyeste sats er kr 800/småfé. For storfé og hest ganges det med en faktor på 4.

Kulturbidraget skal bidra til å ta vare på ulike former for bygninger i verdensarvområdene.

Investeringsbidraget skal gi støtte til driftsbygninger og nødvendige tekniske installasjoner for landbruksdriften i områdene. I tillegg kommer noen andre utfordringer innenfor områdene som vi ikke skal gå nærmere inn på her.

Kulturlandskapsverdiene i Norges nye verdensarvområder krever en skånsom landbruksdrift, der landskapskvalitetene MÅ stå i sentrum. For at de skal kunne ivaretas kreves en bevisst forvaltning på alle nivåer, fra kommune, fylke og stat. Gjennom den etablerte støtteordningen er man på god vei til å oppnå dette, men det forutsetter at ordningen gjøres varig og at man fortsetter arbeidet med fokus på stedlige kvaliteter som prinsippleverandør for virkemiddelbruken.

Kystlynghei og utegangarsau

Utegangarsauen av gamal norrøn rase (*Ovis brachyura*) er nøysam og tilpassa heilårsbeiting i kystlynghei. Sauen beiter allsidig. Variasjonen i førtilgang gjennom året avteiknar seg i produksjon og levandevekt hjå utegangarsauen.

Samson L. Øpstad¹, Eva Kittelsen^{1,2}, Torstein H. Garmo³, Liv Guri Velle¹ og Ann Norderhaug⁴

¹Bioforsk Vest, ²Universitetet i Bergen, ³Universitetet for miljø- og biovitenskap, ⁴Bioforsk Midt-Norge
samson.opstad@bioforsk.no

I deler av vinterhalvåret er førtilgangen og førkvaliteten slik at dyra ikkje får dekkja energi- og proteintrongen, og dyra tærer på kroppsreservane. I eit kartleggingsarbeid på utvalde lokalitetar langs kysten vart det funne at vekstratar og slaktevekter hjå lam auka med større del grasvegetasjon på beitet.

Heilårs utegangardrift

Det er truleg i overkant av 30000 vinterbeitande utegangarsau langs den norske kysten, og talet er aukande. Utegangarsauene beiter i kystlyngheiane, og beiter ute heile året. Dei klimatiske tilhøva på kysten er med og legg premissane for driftsforma. Utegangarsauen klarer seg stort sett med det han finn på beite, og vert ofte berre føra i naudsfall, ved snøfall der snøen vert liggjande eller i andre vanskelege situasjonar over tid. Det krevst løyve/dispensasjon frå Mattilsynet for å starta opp og driva med heilårs utegangardrift. Mattilsynet skal godkjenna heilårsbeita, for å sikra at kvaliteten og storleiken er tilfredsstillande, og at tilsynet og opplegget for tilskotsføring er ordna.

Bakgrunn for arbeidet

Etter 1950 har det skjedd store endringar i landbruket, og mange tradisjonelle og ekstensive driftsformer har fått mindre omfang eller er gått ut av bruk. Talet på utegangarsau av gamal norrøn rase nådde eit botnnivå på 1950-talet, truleg berre 500-1000 overvintrande sauer. Når beitebruken i område med kystlynghei fell bort, opphøyrer også sviing og andre skjøtseltiltak. Utegangarsau av gamal norrøn rase er tilpassa tilhøva langs kysten (Waldeland *et al.* 1998), og beiting har vore eit viktig bidrag til kystlyngheiane sin økologi og landskapsstruktur (Kaland 1974).

Forskningsprosjektet "Utegangarsau i kystlynghei- lokal næringsutvikling i eit sårbart kulturlandskap", som starta i 2007, søker å utvikla næring med utegan-

garsau for å ta vare på dei truga kystlyngheiane i Noreg. Attgroing er det største trugsmålet. Eit av delmåla i prosjektet er å granska tilhøve ved beite og driftsmåte som verkar inn på dyrevelferd. Eit utval av resultat frå eit forprosjekt og nokre førebels resultat frå prosjektet vert gitt.

Innleiande undersøkjingar

I eit forstudie utført i 2003 og 2004 før sjølve prosjektperioden sank ein prøver av røsslyng (*Calluna vulgaris*) og samleprøve av gras som sauene beitar til fire ulike tidspunkt; midt i juni, sist i august, fyrst i oktober og fyrst i mars. Det vart bestemt *in vitro* og *in situ* meltegrad, og innhaldet av råprotein og mineral. I denne samanheng vert resultatata frå *in vitro* og *in situ* meltegrad og innhaldet av råprotein i prøvene presentert (tabell1) og kort omtala. Røsslyng av ulik alder, framvekst etter sviing i høvevis 1993/94 og 2000, vart også analysert for *in vitro* meltegrad og *in situ* nedbryting. Planteprøvene hadde høgast meltegrad og nedbrytingsgrad om sommaren (juni) og lågast om vinteren (mars). Verdiane i gras var alltid høgare enn i røsslyng (4-20 % einingar), bortsett frå i prøvane frå vinter. Skilnadane i gras varierte signifikant mellom vinter og sommarprøvene (25-30 % einingar). Røsslyngprøvene derimot, er relativt jamne med mindre enn 10 % einingar i skilnad. Røsslyng inneheld ein høg del ufordøyeleg tørrstoff; 47 og 55 % for sommar og vinterprøver høvesvis.

Råproteininnhaldet i røsslyng varierte lite mellom tidspunkta for prøvetaking, og var grovt sett berre om lag halvparten av råproteininnhaldet i gras (tabell 1).

Dei to aldersgruppene av røsslyng varierte lite både *in vitro* meltegrad (1-2,5 % einingar) og *in situ* nedbryting (1-3,5 % einingar), men alltid høgast verdi for dei yngste lyngområda.

Tabell 1. *In vitro* tørrstoff meltegrad (%), *in situ* (*in sacco*, 72 t) tørrstoff meltegrad og innhold av råprotein (% av tørrstoff) i røsslyng og grasarter.

Tid for prøvetaking	<i>In vitro</i> meltegrad		<i>In situ</i> meltegrad		Råprotein	
	Grasarter	Røsslyng	Grasarter	Røsslyng	Grasarter	Røsslyng
Mars	31,3	37,5	35,8	41,9	12,1	8,4
Juni	61,5	47,2	63,4	54,7	16,1	8,2
August/september	59,2	42,7	64,9	46,8	14,9	7,0
Oktober	50,7	44,1	55,1	51,2	12,4	6,8

Tilvekst hjå lam og samanheng med vegetasjon

Ei innleiande gransking av tilvekst hjå lam på ulike lokalitetar (13, frå Austevoll til Frøya) vart utført. Tilveksten viste stor variasjon. Omtale og drøfting av resultatane frå åtte av desse lokalitetane er gitt av Velle *et al.* (2008). I ei masteroppgåve avlagt ved Universitetet i Bergen, institutt for biologi, er det gått nærare inn på å bruka flyfoto og vegetasjonskartlegging kopla mot dette materialet (Kittelsen 2008). Målet var å finna korleis tilvekst og slaktevekter er på ulike lokalitetar og å bruka dette for å spissa vidare undersøkingar i prosjektet. Vekstratar og slaktevekter i flokkane av utegangarsau vart samanlikna og ulike forklaringsvariablar vart undersøkt ved hjelp av blant anna regresjonar og t-testar. Både vekstratar og slaktevekter auka med større del grasvegetasjon på beitet ($p=0.0066$ og 0.030 , $r^2 = 0.62$ og 0.51 for høvesvis vekstratar og slaktevekter), og slaktevektene var lågare der årsnedbøren var høg ($p=0.041$, $r^2=0.12$). At sommararbeite er viktig for tilvekst på lam er ikkje noko overrasking. Sommararbeite kan òg vera viktig for dyrevelferd gjennom heile året (cf. Weladji *et al.* 2003). Det vil verta fylgd opp med veging og blodprøvetaking av dyra også om vinteren. Resultata frå masteroppgåva synte at vidare arbeid i prosjektet "Utegangarsau i kystlynghei" bør fokusera på sauens bruk av landskapet gjennom året, på vegetasjons-samansetnad og beitepreferansar.

Kva utegangarsauen beiter

Observasjonar, både egne og av andre, av utegangarsau til ulike tider av året syner at dyra beiter på ein god del gras, halvgras/storr og andre planter utover vinteren attåt røsslyng. Dei føretrekkjer plantemateriale som er grønt, men beiter òg delvis visna plantemateriale. I denne tida kan dei beita ein del på myrar og fuktsig der det ikkje fryser og plantemateriale dels held seg grønt (Løne 1976, Lysstad 1997). Røsslyngen står likevel svært sentralt som vinterbeiteplante.

Ved hjelp av ferske saueekskrement, mikrohologisk gransking, kan ein finna ut kva planteslag, og i kva mengdeforhold dei utgjør i ein ekskrementprøve. Førebels resultat frå innleiande prøverunde gjev som svar at det om sommaren vert beita noko røsslyng attåt gras, urter mm., og at det om vinteren vert beita særleg ein del storr attåt røsslyng.

Referansar

- Kaland, P.E. 1974. Ble lyngheiene skapt av fimbulvintern eller ved menneskeverk? *Forskningsnytt*, 19:7-14.
- Kittelsen, E. 2008. Geographic and management related factors affecting lambs of outwintered sheep along the west coast of Norway. A baseline study in the research project «Feral sheep in coastal heaths - developing a sustainable local industry in vulnerable cultural landscapes». Thesis, Institute of biology, University of Bergen, Bergen. pp 65.
- Lystad, M.L. 1997. Villsau. En studie av ulike produksjonsegenskaper og beiteadferd. Hovedoppgåve. Institutt for husdyrfag, NLH, Ås.
- Løne, T. 1976. Villsauen på Selbjørnen. Hovedoppgåve ved NLH, Ås.
- Velle, L.G., A. Norderhaug & S.L. Øpstad. 2008. Feral sheep in coastal heaths - developing sustainable agriculture in vulnerable cultural landscapes. *Grassland Science in Europe* 13:949-951.
- Waldeland, H., S.L. Øpstad, M.L. Lystad, L.O. Eik., T. Garmo, K. Eikanger & O. Sandvik. 1998. Use of the indigenous sheep for production purposes and for managing the coastal heather landscape in Norway. II. Winter grazing pattern of indigenous Norwegian sheep. In: Kaland, P.E. & A. Skogen, (eds.) *Excursion guide. Abstracts of lectures and posters. 6th European Heathland Workshop*. Botanical Institute, University of Bergen, p. 121-122.
- Weladji, R.B., G. Steinheim, Ø. Holand, S.R. Moe, T. Almqvist, & T. Ådnøy. 2003. Temporal patterns of juvenile body weight variability in sympatric reindeer and sheep. *Annals of Zoology Fennici*, 40:17-26.

Planteskadegjerner på buskar og tre i grøntområde

Her presenterer vi eit utval av soppar, bakteriar og skadedyr som er viktige på lignosar i grøntanlegg og/eller kulturlandskap i Noreg. Teksten er ordna alfabetisk etter norsk namn på vertplante.

Venche Talgø, Anette Sundbye, Maria-Luz Herrero, Arild Sletten og Arne Stensvand
Bioforsk Plantehele
venche.talgo@bioforsk.no

Ask (*Fraxinus excelsior*)

Våren 2008 isolerte vi for første gong i Noreg soppen *Chalara fraxinea* frå ein ask i ein planteskule i Østfold (Talgø et al. 2008b). Soppen fører til askeskotsjuke. Nedvisning av ask er eit stort problem i fleire europeiske land, og i land kring Austersjøen er ein redd at ask skal verta borte både i grøntanlegg og skogsområde. Her i landet er det så langt funne skade av soppen på Aust- og Sørlandet. Mattilsynet har innført restriksjonar på import og flytting av planter frå smitta til smittefrie sonar.

Gråor (*Alnus incana*)

Gråor er svært utsett for angrep av stripe oreblad-bille (*Galerucella lineola*). Billene er berre om lag ein halv cm lange, men ved masseopptreden kan dei saman med larvane sine snaueta tre over store område. Berre nettverket av nervar står att av bladverket. I 2006 såg vi sterke angrep i Sunnhordland. Gråora stod med brunt bladverk oppover heile liene mellom grøn fin bjørk, ask og andre treartar. I same området i 2008 bar gråora tydeleg preg av tidlegare angrep. På mange tre var det berre nokre tustar med grønt bladverk i elles snaue kroner. Ved angrep over fleire år kan trea dauda.

Hegg (*Prunus padus*)

I 2007 og 2008 var det svært sterke angrep av hegg-spinnmøll (*Yponomeuta evonymella*) på Austlandet. Ved angrep vert bladverket oppete av larvane tidlig på sommaren, og dei etterlet eit kraftig spinn som delvis dekkar heile buskane/trea. I dette spinnet går larvane etter eit par månadar over i puppestadiet. Hegg er vanlegvis godt tilpassa slike angrep. Sjølv ved snaugnaging i juni, klarer trea seg godt, og nytt bladverk veks ut i løpet av juli, men ved harde angrep vert det ofte tidlegare haustfarge og lauvfall.

Hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*)

Mange stadar er ikkje hestekastanje så frisk som tidlegare pga. mjøldogg (*Erysiphe flexuosa*) og soppen *Guignardia aesculi* som fører til skjemmaende bladflekkar (Talgø et al. 2006a). Dessutan er vi redde for å få inn kastanjeminermøll (*Cameraria ohridella*). Denne møllen fins i fleire europeiske land, mellom anna i Danmark (sidan 2002) og i Sør-Sverige. Kastanjeminermøll gjer stor skade, og det er ingen gode tiltak som kan setjast inn. Ein bør difor unngå import av hestekastanje.

Koloradoedelgran (*Abies concolor*)

I vekstsesongen 2008 fann vi store skadar av soppen *Nectria* sp. på koloradoedelgran i hagar og grøntanlegg både på Vest- og Austlandet (Talgø et al. 2008a). Baret var misfarga, og på greiner og stammar var det kreftsår og kvæutflod. På Austlandet har vi også tidlegare år funne kraftige angrep av Sibirsk edelgranlus (*Adelges pectinatae*) på koloradoedelgran (Sundbye 2005).

Kristtorn (*Ilex aquifolium*)

Bladfall er eit stort problem i villbestand av kristtorn (Talgø et al. 2006b). Undersøkingar vi har gjort tydar på at bladfallet skuldast soppangrep, spesielt av *Fusarium* spp. I fylgje grunneigarane har problemet auka i takt med avtakande beiting og gjengroing av kulturlandskapet. Med finansiering frå Norsk genresurs-senter har vi difor starta eit forsøk med beiting og skjering i eit naturleg kristtornfelt i Rogaland, men resultatene er ikkje klare enno.

Lerk (*Larix* spp.)

Lerkekraft skuldast soppen *Lachnellula wilkommii*. Soppen angrip vår og haust og fører til kreftsår på greiner og stammar. Det er kjent at soppen kan vera

problematisk på Vestlandet på grunn av milde, fuktige vintrar. I 2008 såg vi omfattande skade av lerkekraft i parken ved UMB i Ås kommune. Truleg skuldast dette den fuktige, kjølige vekstsesongen på Austlandet i 2007. Det er særleg sibirlerk (*L. sibirica*) og visse proveniensar av europalerk (*L. decidua*) som er utsette for soppen.

Lind (*Tilia* spp.)

Lindebladveps (*Caliroa annulipes*) angrip først og fremst lind, men larvane kan også gjera skade på bladverket på andre lauvtre og -busker. Dei et på blada både på for- og seinsommaren (2 generasjonar per år), slik at trea får inntørka blad og bladkrølling (Sundbye 2007).

Mispel (*Cotoneaster* spp.)

Angrep av bakterien *Erwinia amylovora* fører til sjukdomen pærebrann som er svært smittsam. Spesielt bulkemispel (*C. bullatus*) og pilemispel (*C. salicifolius*) er utsette for pærebrann, men sjukdomen kan også gå på pære, eple, hagtorn, andre mispelartar og fleire andre artar i rosefamilien. Fruktdistrikta vert i dag verna mot sjukdomen ved å fjerna bulke- og pilemispel, sjølv om misplane er friske. Det er også restriksjonar på flytting av bikuber, fordi bier kan spreia pærebrannbakterien.

Poppel (*Populus* spp.)

Poppel kan få angrep av ei rad soppjukdomar, mellom anna skurv (*Venturia* spp.), rust, (*Melampsora larici-populina*) og poppelbarkbrann (*Pezizula populi*). Alle desse fører til skade på bladverk og

skot. I 2008 observerte vi i tillegg kreftsår på greiner og stammar som etter alt å døma skuldast bakterien *Xanthomonas populi*. *X. populi* er påvist i mange land i Europa, inkludert Danmark. Smitten kan ha kome til Noreg med importerte planter.

Rhododendron (*Rhododendron* spp.)

Det er mange ulike sjukdomar som går på rododendron, men her nemner vi berre karanteneskadegjæra *Phytophthora ramorum*. Første funn i Noreg var på import av *R. catawbiense* i 2002. Ved angrep visnar blad og skot, og heile planta vil etter kvart dauda. Her i landet er *P. ramorum* også påvist på *Pieris japonica*, *Kalmia* sp., krossved (*Viburnum* sp.) og syrin (*Syringa* sp.). På både rododendron og krossved er patogenet funne på veletablerte buskar i parkar i Stavanger og Bergen.

Referansar

- Sundbye, A. 2005. Diagnose og bekjempelse av skadedyr på bartrær i grøntanlegg. Grønn kunnskap 9(2):85-92.
- Sundbye, A. 2007. Bladveps på løvtrær. Norsk Hagetidend 122(6):59.
- Talgø, V., M. Herrero & A. Stensvand. 2006a. To nye blad-sjukdommer på hestekastanje. park & anlegg 5(8):34-35.
- Talgø, V., B. Henriksen, A. Sundbye, S.S. Klemsdal, A. Stensvand & T. Pundsnes. 2006b. Bladfall i kristtorn (*Ilex aquifolium*). Bioforsk TEMA 1(1). 6 s.
- Talgø, V., T. Slørstad, M.B. Brurberg & A. Stensvand. 2008a. Kreftsopp gir store skadar på koloradoedelgran. Bioforsk TEMA 3(19). 4 s.
- Talgø, V., T. Slørstad, A. Sletten & A. Stensvand. 2008b. Soppen som ein meiner fører til askeskotsjuka i store delar av Europa, er no funnen i Østfold. Bioforsk TEMA 3(20). 5 s.

Ugrasarter i historisk perspektiv

Plantearter som vi i dag kaller "ugras", utgjør en viktig del av Norges og Skandinavias vegetasjonshistorie etter siste istid. Da det første primitive åkerbruket begynte, fikk vi videre spredning av arter som allerede var kommet, og nye arter som mennesket brakte med seg, mer eller mindre frivillig. Gjennom lange tider har mennesket "formet" floraen, både ved dyrkingen av jorden og ulik bruk. Invaderende fremmede planter er et relativt nytt begrep, men vi har alltid hatt slike arter.

Helge Sjursen
Bioforsk Plantehele
helge.sjursen@bioforsk.no

Ugrasarter i Norge

Rundt 250 plantearter, ca. 10 % av totalt antall karplanter i Norge, kan gjøre seg gjeldende som 'ugras', definert slik: "Ved ugræs forstås man alle de paa dyrket mark optrædende planter som man ikke tilsigter at have der..." (Korsmo 1896). Ca. 100 av disse artene er "vanlige" ugrasarter. 172 arter skal finnes i en besøkshage på Ås (Sjursen & Fløistad 2006, www.bioforsk.no/korsmo). Mange av ugrasartene utgjør en viktig del av Norges vegetasjonshistorie, både som pionerplanter etter siste istid, og som invaderende arter i nyere tid. Nedenfor presenteres eksempler på noen av de viktigste ugrasartene innen fjern og nær vegetasjonshistorie, arter vi finner i kulturlandskapet.

Ugrasartenes fjerne og nære historie

På grunnlag av frø og andre makroskopiske plantedeler (makrofossiler) funnet i naturlige avleiringer i vann, bl.a. slam, leire og torv, har en kunnet datere ved C14-metoden den tidligste innvandringen av planter i perioden ca. 13000-3000 f.Kr. Da åkerbruket begynte ca. 3000 f.Kr. og fram til og med vikingtiden (ca. 1050 e.Kr.), er de vesentlige funn fra avtrykk i kar, potteskår og leire. Senere skriver funnene seg fra for eksempel jord, stolpehull, hus, lagre, latriner og humusholdige lag. Innvandringshistorien er dessuten basert på analyse av pollen, også kalt mikrofossiler.

Med unntak av noen få fjellplanter som kan ha overlevd på fjelltopper (nunataker) under istiden, har Skandinavia vært mottakerland for planter. De fleste artene, ugrasene inkludert, har vandret inn fra sør og sør-øst via Mellom-Europa og Danmark (Gjærevoll 1973). I det åpne landskapet som langsomt dukket opp etter hvert som isen trakk seg tilbake, etablerte de første plantene seg i Eldre Dryas, bl.a. skogsivaks,

som i dag kan være et ugras i fuktig miljø. Da det ble litt varmere i Allerød-perioden, kom bl.a. småsyre, stornesle og vassarve. Flere planteeksempler fra tiden etter nedsmeltingen er gitt i tabell 1. De fleste artene som etablerte seg var i hovedsak flerårige, men også noen få ettårige, som vassarve, forekom. Men vassarve kan også ha en form for vegetativ formering ved at stengler legger seg ned og danner røtter.

Disse første pionerplantene ble etter hvert fortrent av skog som etablerte seg, men har overlevd i åpne skogkanter, og seinere også i dyrket mark, som etter hvert kom i Yngre steinalder (Gjærevoll 1973). Før utbyggingen av Oslo lufthavn Gardermoen startet opp, ble det foretatt arkeologiske utgravninger. Ved pollenanalyser ble det bl.a. påvist forekomst av smalkjempe fra Boreal tid (Talgø 1995). Denne arten er en av de viktigste vegetasjonshistoriske indikatorer vi har, for påvisning av begynnende åkerbruk (Fægri 1970).

Siden mennesket begynte å rote i jorden, har vi fått utvikling av et kulturpåvirket landskap, og en flora deretter. Mange av artene har mennesket innført og spredd selv, mer eller mindre frivillig. Omtrent 1/3 av de 100 arts-eksemplene nevnt i ny felthåndbok om bondens kulturmarksflora og råd om skjøtselstiltak (Bele & Norderhaug 2008), kan opptre som ugras, eksempelvis engsoleie, grasstjerneblom, kvitbladtistel, krypesoleie, rome og ryllik. En annen nylig utgitt publikasjon beretter om endringen av ugrasfloraen gjennom de siste 140 årene (Ofte *et al.* 2008). Et ugras som kvit gåseblom har gått sterkt tilbake i de siste 40 årene, mens knappsiv har økt markert. Ugrasfloraen i en åker påvirkes i høy grad av hvordan vi jordarbeider og bekljemper ugraset, og hvilke kulturer som dyrkes (Fykse 1999). Arter som jordrøyk og åkerstemorsblom har økt i perioden 1983-1997, trolig som en følge

Tabell 1. Eksempler på pioner-plantearter i Norges / Sør-Skandinavias vegetasjonshistorie etter siste istid, som i nåtid ofte kalles 'ugras' (etter Gjærevoll 1973, Jensen 1987).

Klima-perioder (år f.Kr.)	Klima (gj.sn. juli-temperatur)	Vegetasjon	Kultur-perioder	Spontane/hjemlige arter	Antropokore/innførte arter
Eldre dryas 13000-10000	Kaldt 10 °C			Skogsivaks	
Allerød 10000- 9000	Klima-forbedring 13-14 °C			Småsyre Stornesle Vassarve	
Yngre dryas 9000- 8300	Kaldt 10 °C			Bringebær	
Preboreal periode 8300-7500	Klima- forbedring 15 °C	Bjerk	Eldre steinalder	Burot Krypsoleie Løvetann Tåkrør	
Boreal periode 7500-6000	Varmt og tørt 17 °C	Furu-hassel	"	Blåkoll Gåsemure Smalkjempe	
Atlantisk periode 6000-3000	Varmt og fuktig 20 °C	Or-alm-lind	"	Meldestokk Myrtistel Svinemelde Tungras	
Subboreal periode 3000-500	Varmt og tørt	Lind-eik-ask	Yngre steinalder	Groblad Klengemaure Kvassdå Stemorsblom Svartsøtvier Vegtistel	Gjetertaske Floghavre Haremat Jordrøyk Kornblom Linbendel Tranehals Åkerkål
Subatlantisk periode 500-nåtid (arkeologiske delperioder)	Kjølig og fuktig (klima-forverring)	Gran	Bronsealder Jernalder Vikingtiden Middelalder	Åkertistel Kveke Åkerdylle Prestekrage Torskemunn	Grønn busthirse Hønsesirre Krusetistel Krokhal Tunbalderbrå

av intens bruk av sulfonyleurea-preparater. Innførte prydplanter som f.eks. kanadagullris, parkslirekne og kjempebjørnekjeks, har etter hvert utviklet seg til å bli leie ugras i kulturlandskapet (Lid & Lid 2005). Boersvineblom er eksempelvis en innført art som er i ferd med å etablere seg på Lista (Vikøyr & Klevan 2008), trolig som en følge av gunstigere klima.

Referanser

- Bele, B. & A. Norderhaug. 2008. Bondens kulturmarksflora for Midt-Norge. Bioforsk FOKUS 3(9). 122 s.
- Fykse, H. 1999. Utvikling av ugrasfloraen i åkeren. Grønn forskning 2/99:43-53.
- Fægri, K. 1970. Norges planter. Blomster og trær i naturen. Bind I-III. Cappelen forlag. Oslo.
- Gjærevoll, O. 1973. Plantegeografi. Universitetsforlaget. 186 s.
- Jensen, H.A. 1987. Macrofossils and their contribution to history of spermatophyte flora of Southern Scandinavia from 13.000 BP to 1536 AD. Biologiske Skrifter, Det kongelige Danske Videnskapers Selskab, 29:1-74.
- Korsmo, E. 1896. Ugræs i ager og eng. Forlagt af Feilberg & Landmark (Chr. Dybwad), Kristiania, 140 s.
- Lid, J. & D.T. Lid 2005. Norsk flora, 7. utgåve. Det Norske Samlaget. Oslo. 1230 s.
- Often, A., A. Bruserud, & O. Stabbetorp. 2008. Floraen på Nes og Helgøya. Ugras. Nes og Helgøya Lokalhistorisk skrift 2008: 38-68.
- Sjursen, H. & E. Fløistad. 2006. Fra papp til web: Korsmos ugrasplansjer på internett. Bioforsk FOKUS 1(3):74-75.
- Talgø, V. 1995. Innvandring av ugras til områda kring Oslofjorden. Frie fagvekter-oppgåve ved Planteforsk Plantevernet og Institutt for jord- og vannfag ved NLH 31 s. + vedlegg.
- Vikøyr, B. og P. Klevan. 2008. Boersvineblom. Fylkesmannen i Vest-Agder. <http://www.fylkesmannen.no/hoved.aspx?m=144&amid=2282844>.

Sivproblem i kulturmark

Lyssiv og knappsiv er to problemgras som har fått auka utbreiing i kystnære strok på Vestlandet. For å vinne ny kunnskap om svake og sterke sider hos sivartane og koma fram til situasjonstilpassa tiltak mot dei, startar Bioforsk Vest Fureneset og Bioforsk Plantehele i samarbeid med saueavlslaga, fylkesmannen og forsøksringane i regionen, eit prosjekt der målet er å finne kostnadseffektive metodar for kontroll av ugrasa.

Johannes Folkestad¹, Liv Østrem¹, Jan Netland²

¹ Bioforsk Vest ² Bioforsk Plantehele

johannes.folkestad@bioforsk.no

Bakgrunn

På Vestlandet har ein opplevd ei markant auke i utbreiinga av lyssiv (*Juncus effusus*) og knappsiv (*J. conglomerates*). Sivplantene ser ut til å ha størst utbreiing på ekstensivt drive eng og beite, men problemet har òg auka på attleggsareal og yngre eng i tilsynelatande god hevd.

Vestlandet har store areal med grasdyrking. På utsette lokalitetar ser invasjon av siv ut til å kunne verte ein flaskehals som gjer det vanskeleg å drive med vellukka förproduksjon, og resultatet vert beite og för med dårleg smak og redusert næringsverdi.

Landbruksnæringa og forvaltinga har etterlyst meir kunnskap om sivartane, ikkje minst fordi øydelagde beiteareal fjernar ein av grunnsteinane i kulturlandskapsarbeidet og dermed ein viktig del av meirverdien ved vestlandsjordbruket. Vidare har forvaltinga i arbeidet sitt med miljøplanar for einskildebuk, lagt stor vekt på skjøtsel av gammal kulturmark og tiltak for å hindre attgroing av kulturlandskapet. På desse areala er tiltak mot siv ekstra vanskeleg sidan det ofte ikkje er råd å komme til med slåmaskin eller beitepussar. På økologisk drivne bruk har ein ikkje lov til å nytte sprøytemiddel, og det er difor viktig å bygge opp spesialkompetanse i plantevern og auke kunnskapen om faktorar som gjev problemgrasa fortrinn i eit område med vått vèrlag.

Målsetjing

Hovudmålet med prosjektet er å etablere ny kunnskap om sivartane slik at ein kan sikre økologisk og konvensjonell drift på eng og beiteareal som basis for næringsutvikling i landbrukets kulturlandskap på Vestlandet.

Angrepsmetode

Mykje av det vitskapelege arbeidet som er gjort for å klarlegge biologien til lyssiv og knappsiv er frå 1940- og 1950-talet, og hovudtyngda kjem frå dei britiske øyane. Dette er verdfull kunnskap, men lite tilpassa norske vekstvilkår der ikkje minst endra klima med lengre vekstsesong og mildare vintrar krev oppdatert kunnskap.

Biologi, livssyklus og agronomiske tiltak: Med dei fleirårige åkerugrasa som kveke, åkerdylle og åker-tistel er det gjort omfattande studiar av biologien som har fått mykje å seie for effektiviteten av tiltaka mot artane (Håkansson 1969). I sivprosjektet vil ein kartlegge livssyklusen frå frøspiring og fram til frøseting og vegetativ formeiring via danning av lysskot frå jordstengelen. Ei sentral oppgåve i denne samanhengen vil vere å finne tidspunktet der opplagsnæringa i rota hjå sivplanta er lågast (planta sitt kompensasjonspunkt). I denne perioden vil planta vere lettast å tyne med mekaniske eller kjemiske tiltak.

Siv har gruntveksande jordstenglar, og det vil vere mogeleg å påverke jordstengelen mekanisk ved jordarbeiding. I innleiande forsøk vil ein undersøke kor vidt jordstengelsegment som er kutta i ulike lengder og plassert på ulike djup i jorda har evne til å generere nye lysskot. Harving av kveke og åkerdylle vil eksempelvis føre til at det vert produsert svært mange nye lysskot, med påfølgjande auke i ugrasetabliering dersom dei ikkje blir pløgd ned.

Gjennom innleiande forsøk vil ein teste ut agronomiske tiltak som ikkje er for kostnadsdrivande. Det ideelle er tiltak som likevel blir praktisert, som slått/kutting med ulike haustetider/intensitet, beiting,

gjødsling og kalking. I nokre tilfelle kan jordarbeiding (pløying, harving eller fresing), saman med isåing av gras eller gras/kløver vere aktuelt. Med bakgrunn i det ein veit om spiringsfysiologien til sivplanta vil fornying av attlegg kunne vere aktuelt på jord i god hevd der nyttevekstane konkurrerer godt mot siv.

Klima (temperatur og nedbør): Flatøy (2008) har i eit studium av klimadata og nedbørsutvikling for Vestlandsregionen (Bergen) vist at ein har fått ei generell auke i nedbør dei siste 150 åra. Auken har vore mest markant dei siste 40 åra. Det er vidare semje mellom ulike klimamodellar/klimagrupper om at ein kan vente ein ytterlegare auke i vinternebdør på omlag 10% og at auken vil vere størst i nord og i vest.

Med bakgrunn i utbreiinga som sivartane har fått dei siste åra, ynskjer ein å undersøke om lengre vekstsesong med våtare og mildare vintrar, har verka inn på sivartane si evne til overleving og konkurranse. Endringane påverkar mellom anna temperatur og næringstilstand i jorda og verkar slik inn på konkurransen mellom kulturvekstar og ugras. I prosjektet vil ein undersøke korleis klima verkar inn på bryting av kvile, overvintringsevne, vekststart/-slutt, og dermed på endringar i konkurransesituasjonen mellom ugraset og kulturplantene våre.

Kartlegging av geografisk utbreiing av artane: I Noreg er det ikkje kartlagt kva som kjenneteiknar areal som er tilvaks av siv og heller ikkje korleis sivartane fordelar seg på eksponerte areal. Denne kunnskapen er viktig av di lyssiv og knappisv har ulike preferansar med omsyn til jordfysiske/-kjemiske tilhøve og har dermed også ulike konkurransegrunnlag. Kunnskapen kan også synleggjere kor vidt det er endringar i agronomiske tilhøve som har ført til den auka utbreiinga av siv.

For å kartlegge fordeling av artane vil ein gjennomføre ei undersøking i vestlandsregionen der ein på eksponerte areal vil ta ut jordprøver og kartlegge faktorar som pH, næringstilstand, luftvolum, vasspermeabilitet osv. Det er òg ynskeleg å gjere botaniske registreringar og knyte klimatiske karakterar til undersøkingane, slik at ein kan knyte dei ulike faktorane opp i mot utbreiing av artane. Registreringane vil følgje ein aust-vest gradient frå kysten og 50-100 km inn i landet i fylka Hordaland og Sogn og Fjordane.

Kjemiske tiltak: Det er funne at herbicida cycloxydim, fluazifop-butyl, propaquizafop og propyzamide har liten effekt på siv (Clay et al. 2006). Glyfosfat er effektivt men kan kun brukast ved brakking då det ikkje verkar selektivt. MCPA og MCPP er aktuelle og har gjeve brukbar verknad (Haugsvær 1993). Ved kjemiske tiltak er det for fleirårige artar som åkerdylle, åkertistel og kveke, funne at det gunstigaste tidspunktet for sprøyting vil vere ved/ etter at kompensasjonspunktet er nådd. På dette stadiet vil transporten av assimilata i planta og plantevernmidlet, vere på veg nedover mot røtene, med ein betre verknad av tiltaket som resultat (Håkansson 2003).

I prosjektet vil det verte utført forsøk i sprøytebenk ved Bioforsk Plantehelse. Med bakgrunn i erfaringar frå prosjektet, samt litteraturstudium, vil ein kartlegge aktuelle herbicid, sprøytedosar og sprøytetidspunkt. Informasjonen vil danne grunnlag for søknad om godkjenning av eventuelle nye kjemikalium til kontroll av siv.

Samarbeidspartar

Prosjektet vil bli koordinert og leia frå Bioforsk Plantehelse og vera i samarbeid med Bioforsk Vest Fureneset, Forsøksringen Hordaland, Forsøksringen Sogn og Fjordane, Sunnmøre forsøksring, og lokallaga av Norsk Sau- og Geit i Hordaland og Sogn og Fjordane. Prosjektet er planlagt over 4 år.

Referansar

- Clay, D.V., F.L. Dixon & I. Willoughby. 2006. Efficacy of graminicides on the grass weed species of forestry. *Crop Protection* 25:1039-1050.
- Flatøy, F. 2008. Været på Vestlandet de neste 50-100 år. Bjerkes Centre for Climate Research. <http://www.dihva.no/filestore/071213Fremtidsklimaklimascenarieroggeffekter.pdf>
- Haugsvær, B-H. 1993. Tying av lyssiv. *Vestlandsk landbruk* 1993(10):13.
- Håkansson, S. 1969. Experiments with *Sonchus arvensis* L. I. Development and growth, and the response to burial and defoliation in different developmental stages. *Lantbrukshögskolans Annaler* 35:989-1030.
- Håkansson, S. 2003. Weeds and weed management on arable land: an ecological approach. CABI Publishing, Wallingford. 274 pp.

Intercropping systems for optimised crop protection and reduced plant competition

Intercropping has been shown to lead to reduced attacks from several pest insects, as for example the turnip root fly (*Delia floralis*). This study shows that the oviposition of *D. floralis* can be reduced further if intercropping is combined with a trap crop. Yield losses due to plant competition in the intercropping can be reduced by pruning the roots of the companion plant and by choosing a low competitive companion plant species.

M. Björkman¹, B. Båth², P. Hambäck³, B. Rämert² and K. Thorup-Kristensen⁴

¹Bioforsk Plant Health and Plant Protection Division, ²Swedish University of Agricultural Sciences, ³Stockholm University,

⁴Aarhus University

maria.bjorkman@bioforsk.no

Introduction

Intercropping has been shown to lead to reduced attacks from several pest insects. Unfortunately, this positive effect can be outweighed by yield losses due to competition between the crop and the companion plant. The effect of intercropping on turnip root fly (*Delia floralis*) oviposition and predation by natural enemies were studied in a field trial located at Röbbäcksdalen, SLU, Umeå, Sweden, where cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) were intercropped with red clover (*Trifolium pretense*). To overcome the problem with competition, different companion plant species were evaluated with the aim to find species that have a low competitive force on cabbage. The possibility to minimize competition further with root pruning of the companion plants is presented. The competition studies were performed at the Research Center Årslev, Denmark.

Effects on oviposition

The oviposition study showed that around half as many eggs were laid when cabbage was intercropped with red clover compared to a monoculture (figure 1). It was also discovered that flies actively selected cabbage plants growing in monoculture over those intercropped with clover. Turnip root flies laid almost three times as many eggs on border plants in the monoculture compared to border plants in adjoining intercropped areas. This effect extended 3.5 meters from the border between the cropping systems (Björkman *et al.* 2007) and shows that the cabbage in the monoculture in this study functioned as a trap crop for the flies.

Natural enemies

A more diverse field can provide more habitats for natural enemies of the turnip root fly, for example predators of turnip root fly eggs, larvae and pupae. To study the overall predation effect from egg to pupa, an experiment was carried out where barriers were placed around plants to exclude natural enemies. The anticipated increase of predation rates in the intercropping was not found. However, approximately 30 per cent less pupae were found in the soil outside barriers than inside, showing that the effect of natural enemies was substantial. Predation rates were equally high in both cropping systems, although the number of eggs available was higher in the monoculture.

Reducing competition

Red clover (var. *Vivi*), bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* var. *Dawn*), salad burnet (*Sanguisorba minor*) and winter rye (*Secale cereale*) were tested as companion plants. The companion plants were root pruned twice to reduce plant competition; one week before and two weeks after planting of the cabbage crop, using a specially constructed machine which cut along the edge and below the rows of the companion plants to a depth of approximately 0.2 m.

The most promising plant species were salad burnet and bird's-foot trefoil. The resulting cabbage yields for these species were between 50 and 65 % of the yield in the monocropping system. By pruning the roots of the companion plants, total cabbage yield was increased to between 70 and 75 % of the cabbage yield in the monocropping system (Båth *et al.* 2008).

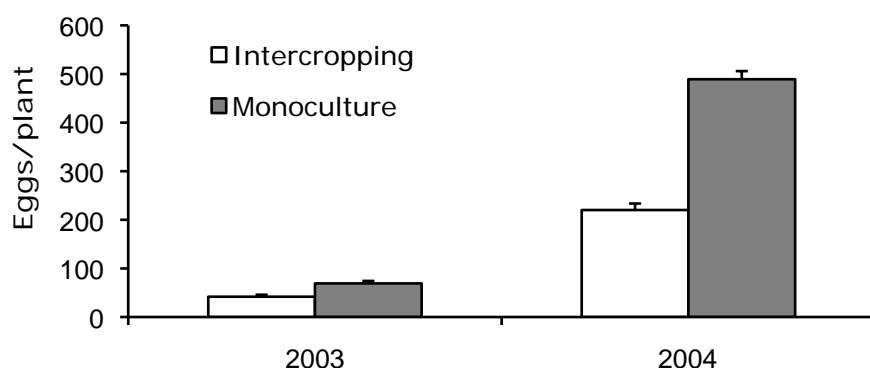


Figure 1. Total turnip root fly (*Delia floralis*) oviposition in intercropping and monoculture in 2003 and 2004.



Figure 2. Total fresh weight of white cabbage in intercropping systems with and without root pruning compared to in a monoculture system.

Conclusion

This study showed that intercropping has the potential to reduce the oviposition of the turnip root fly, and further that it is possible to maximise this effect if intercropping is combined with a trap crop. Predators of the immature stages of the fly can help to reduce the population further, at least as effectively as in a monoculture system. The choice of companion plant and root pruning seem to be promising ways to reduce competition in intercropping systems.

This project was financed by FORMAS (The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning), SLU, Ekhagastiftelsen and Flory Gates stipendiefond. The studies presented

here were part of the larger project "The Ecology of the Cultivation System - Green Manure as a Multi-functional Tool in Vegetable Production", coordinated by Birgitta Rämert, Department of Plant Protection Biology, SLU, Alnarp.

References

- Björkman, M., P. Hambäck & B. Rämert. 2007. Neighbouring monocultures enhance the effect of intercropping on the turnip root fly (*Delia floralis*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124: 319-326.
- Bäth, B., H.L. Kristensen & K. Thorup-Kristensen. 2008. Root pruning reduces root competition and increases crop growth in a living mulch cropping system. *Journal of Plant Interactions* 3:211-221

Virusresistente julestjerner ved genetisk transformasjon

Jihong Liu Clarke, Carl Spetz, Sissel Haugslie, Erling Fløistad og Dag-Ragnar Blystad
Bioforsk Plantehelse
jihong.clarke@bioforsk.no

Folk fleste er glad i blomster og bruker blomster til dekorasjon og gaver både til hverdag og fest. I tillegg er blomsterindustrien en viktig næring som stadig vokser. Julestjerne (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch, "poinsettia" på engelsk) er en av de største blomsterkulturene i verden (Ecke III et al. 2004) og har stor symbolverdi. Julestjernen, har siden 1970-tallet blitt vår mest populære juleblomst. Det produseres opp mot 6 millioner julestjerner årlig i Norge (Hagen 2004). Julestjerne kan være infisert av to virus, poinsettia-mosaikkvirus (*Poinsettia mosaic virus*, PnMV) og poinsettia-latentvirus (*Poinsettia latent virus*, PnLV). PnMV gir symptomer på bladene (figur 1), særlig på høsten og under kjølige dyrkingsforhold, slik at pryddverdien kan reduseres. Virusfrie planter kan ha bedre markedsverdi.



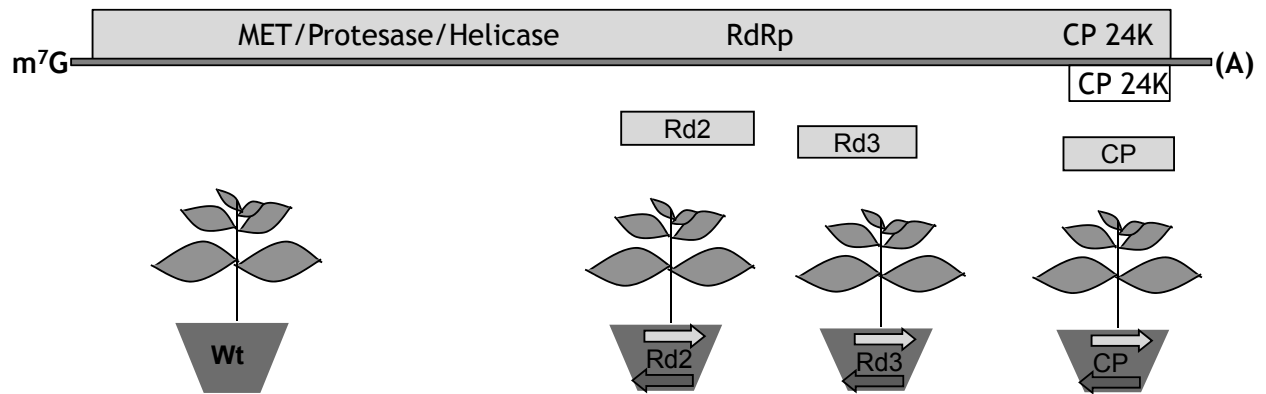
Figur 1. Frisk julestjerneplante og plante infisert av PnMV.
Foto: E. Fløistad.

Metode

For å bekjempe virus må en enten unngå virusinfeksjon eller øke plantens motstandskraft (resistens). Vi har tidligere framstilt virusfrie julestjerneplanter ved meristem-tip kultur eller varmebehandling. Disse plantene ble ofte smittet på nytt når det ble dyrket sammen med infiserte planter ute i gartnerier. I tillegg krever meristem-tip metoden en innpoding av fytoplasma (forgreiningfaktoren) for å bli normalt

forgreierende. Det er ikke kjent naturlige resistensgener mot PnMV, men ved hjelp av genteknologi kan man overføre gener til planter for å gjøre dem mer motstandsdyktige mot ulike typer virus. Vi har utført genetisk transformasjon av julestjerne for å oppnå større resistens mot PnMV. Vi har prøvd å utnytte genetisk transformasjon og "gentaushets" (gene silencing) teknologien (Clarke et al. 2008). I prinsippet betyr det å sette genbiter fra viruset inn i genomet til julestjerne for på den måten å "trenne opp" julestjerne til å gjenkjenne PnMV som en fremmed nukleinsyre og hindre virus RNA i å uttrykke seg ("gentaushet"). Vi har laget genkonstrukt som inneholder en såkalt promoter, eller styringsenhet (35S) foran PnMV-genbitene. Deretter har vi flyttet hele konstruktet inn i julestjerne ved bruk av bakterien *Agrobacterium*. Promoteren 35S lar genet uttrykkes i julestjerneplantene. Etter flere års arbeid har vi utviklet en metode for *Agrobacterium*-transformasjon av julestjerne (Clarke et al. 2008) og et patent på metoden ble innsendt i 2007. De PnMV-resistente julestjernene er verifisert og skal testes videre med hensyn på stabil resistens i 2009.

Det er viktig at vi i Norge har, og stadig utvikler, kompetanse på å utnytte genteknologi for å øke planters resistens mot virus og andre plantesykdommer. Til tross for at det ikke er lov å dyrke genmodifiserte planter i Norge for tiden, er det viktig å utvikle slik kunnskap. Julestjerne er i den sammenheng en god modellplante. Julestjerne er ikke mat, og dyrkes bare i veksthus. Det er med andre ord vanskelig å se noen risiko ved å dyrke gentransformert julestjerne i Norge. Sannsynligvis vil en rett bruk av denne teknologien også i andre kulturer gi økt motstandsdyktighet mot sykdommer og skadedyr og medføre redusert bruket av plantevernmidler, kombinert med stabile avlinger og høy kvalitet.



Figur 2. PnMV-nukleinsyre og områder brukt til genkonstrukt.



Figur 3. Genetisk transformasjon av julestjerne med *Agrobacterium*. Foto: J.L. Clarke og E. Fløistad.

Referanser

- Hagen, A. 2004. Varig juleblomstring. Hage. 11-12:44-47.
- Clarke, J.L., C. Spetz, S. Haugslie, S.C. Xing, M.W. Dees, R. Moe & D.R. Blystad. 2008. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of poinsettia, *Euphorbia pulcherrima*, with hairpin RNA constructs confers resistance to *Poinsettia mosaic virus*. Plant Cell Reports 27:1027-1038.
- Ecke III, P., J.E. Faust, A. Higgins & J. Williams. 2004. Poinsettia Manual. Ball publishing, Batavia, Illinois, USA. pp. 1-20.

Sortar av raisvingel og strandsvingel til slått

Aktuelle sortar av raisvingel og strandsvingel er prøvde i forsøk langs kysten frå Vestfold til Trøndelag. Raisvingelsortane Hykor og Felina hadde klart høgare totalavling og betre dekking i tredje engår enn målestokksorten Tove fleirårig raigras. Også strandsvingelsortane Terros og Retu hadde tilfredsstillande dekking og produksjon etter tre år.

Lars Nesheim
Bioforsk Midt-Norge
lars.nesheim@bioforsk.no

Innleiing

Det er stor interesse for grasartar som toler intensiv drift og gir stor avling med høg kvalitet. I kyststroka kan fleirårig raigras gi godt resultat både når det gjeld avling og kvalitet, men overvintringa er usikker innover i landet og i kalde vintrar. Kryssingar av raigras og svingel vert kalla raisvingel og slikt sortsmateriale kan vere meir hardført enn raigras. Det kan innebære at dyrkingsområdet vert større enn for raigras. På grunnlag av om lag 30 forsøksfelt konkluderte Nesheim & Brønstad (2000) med at raisvingelsortane Paulita og Prior verken var meir vintersterke, gav høgare avling eller hadde betre kvalitet enn marknadssortar av fleirårig raigras. I år 2000 vart det sett i gang forsøk med nye sortar av raisvingel til slått. Avlingsresultat frå første og andre engår vart presentert av Nesheim & Østrem (2003). I denne publikasjonen er det tatt med avlingskvalitet i første engår og avlingstal og botanisk samansetnad i første til tredje engår. Seinare har Østrem (2007) lagt ut nye forsøk med sortar av raisvingel, hybridraigras og raigras til slått og beite.

Material og metodar

I alt vart det i åra 2000-2001 lagt ut 25 felt i serien LN001, dei fleste langs kysten frå Vestfold til Nord-Trøndelag. Dessverre måtte fleire felt avsluttast alt første året på grunn av vinterskade. Ein polsk og fire tsjekkiske raisvingelsortar, og ein polsk og ein finsk sort av strandsvingel vart samanlikna med 'Tove' fleirårig raigras. Namna på sortane er sette opp i tabell 1. Gjødsla vart tilpassa veksetilhøva og praksis på forsøksstaden. Det var lagt opp til tre slåttar, men nokre felt vart hausta berre to gonger i enkelte år. Her er det vist avlingstal frå elleve felt som vart hausta i tre engår. Dei vart gjennomførte hjå Bioforsk Kvithamar, og i følgjande forsøksringar: Vestfold, Aust-Agder, Agder (2), Dalane, Etne, Ølen og Vindafjord, Hardanger-Midthordland, Indre Nordmøre og Romsdal, Ytre Sør-Trøndelag og Fosen. Avlingsprøver frå alle slåttane i første engår er analysert på NIR ved Bioforsk Aust Løken. I tillegg til dei elleve felte som er nemnde ovanfor, er det også tatt med avlingskvalitet i første engår frå seks felt hjå Bioforsk Kvithamar og desse forsøksringane: Hedmark, Midt-Agder, Jæren, Ytre Sunnfjord og Namdal.

Tabell 1. Fôreiningskonsentrasjon (FEm/kg tørrstoff) og innhald av fiber (NDF) og vassløselege karbohydrat (VLK) i gram per kg tørrstoff i tre slåttar, for sortar av raigras, raisvingel og strandsvingel Middelt av 17 felt i første engår.

Sort og art	Første slått			Andre slått			Tredje slått		
	FEm/ kg ts	NDF g/kg ts	VLK g/kg ts	FEm/ kg ts	NDF g/kg ts	VLK g/kg ts	FEm/ kg ts	NDF g/kg ts	VLK g/kg ts
Tove, fleirårig raigras	0,90	523	201	0,85	552	147	0,96	461	194
Felina, raisv. (tsjekkisk)	0,85	575	165	0,89	537	150	0,92	511	158
Hykor, raisv. (tsjekkisk)	0,86	569	174	0,88	539	153	0,91	514	166
Perun, raisv. (tsjekkisk)	0,90	525	207	0,82	566	154	0,95	473	195
Felopa, raisv. (polsk)	0,88	552	197	0,85	555	155	0,96	485	177
Becva, raisv. (tsjekkisk)	0,92	493	212	0,81	557	155	0,93	480	187
Terros strandsv. (polsk)	0,86	555	175	0,87	537	143	0,91	503	154
Retu strandsv. (finsk)	0,86	570	168	0,88	531	161	0,93	499	186
P-%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	i.s.	<0,1	<0,1	<0,1

i.s. = ikkje statistisk sikker skilnad

Tabell 2. Dekningsgrad om våren, del sådd sort i første slått og total tørrstoffavling i kg per dekar i tre slåttar i første, andre og tredje engår. Middel av elleve felt utlagt i 2000 og 2001.

Sort og art	Første engår			Andre engår			Tredje engår		
	Dekn. vår, %	Sådd sort, %	Avling kg ts	Dekn. vår, %	Sådd sort, %	Avling kg ts	Dekn. vår, %	Sådd sort, %	Avling kg ts
Tove, fleirårig raigras	66	86	1148	50	67	938	32	43	862
Felina, raisv. (tsjekkisk)	88	80	1226	76	71	1114	64	55	1026
Hykor, raisv. (tsjekkisk)	89	84	1273	79	80	1213	66	73	1100
Perun, raisv. (tsjekkisk)	57	75	1168	48	70	1034	24	39	868
Felopa, raisv. (polsk)	61	81	1194	51	76	1046	24	47	872
Becva, raisv. (tsjekkisk)	46	62	1062	24	51	862	20	25	817
Terros strandsv. (polsk)	78	74	1125	68	63	1060	61	57	986
Retu strandsv. (finsk)	90	86	1222	70	62	1087	56	55	969
P-%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Resultat og diskusjon

I første slått var føreiningkonsentrasjonen klart høgare i sortane Tove, Perun og Becva enn i Felina, Hykor, Terros og Retu (tabell 1). Dei to sistnemnde sortane er strandsvingel, og 'Felina' og 'Hykor' er kryssingar av eittårig raigras og strandsvingel. Det kunne tyde at strandsvingel og kryssingar med den arten har lågare kvalitet enn sortar utan slik innkryssing. 'Becva', som hadde høgast føreiningkonsentrasjon i første slått, er også ein kryssing av eittårig raigras og strandsvingel, men denne sorten er meir utprega raigrastype enn strandsvingeltype. 'Perun' og 'Felopa' er avkom etter kryssingar mellom eittårig raigras og engsvingel. I andre slått hadde 'Felina', 'Hykor', 'Terros' og 'Retu' statistisk sikkert høgare føreiningkonsentrasjon enn 'Perun' og 'Becva'. Dette kan delvis forklarast med at andre slåttan vart tatt noko seint på enkelte felt, og 'Perun' og 'Becva' utviklar generative skot medan gjenveksten for dei andre sortane stort sett er blas. Alle sortane hadde høg kvalitet i tredje slått; 'Tove', 'Perun' og 'Felopa' hadde høgast energikonsentrasjon. Også for innhaldet av fiber og vassløselege karbohydrat (VLK) var det ulik rangering av sortane i dei ulike slåttane (tabell 1). I første slått var det lågast fiberinnhald i 'Becva', 'Tove' og 'Perun'. I andre og tredje slått var skilnadene mellom sortane mindre enn i første slått. Innhaldet av VLK var stort sett høgt i alle sortane. I andre slått var skilnadene ikkje statistisk sikre. Sortane Tove, Perun og Becva hadde stort sett høgare innhald av VLK enn dei andre sortane.

Dekkinga av raisvingelsortane 'Felina' og 'Hykor' og strandsvingelsorten 'Retu' var om lag 90 % om våren i første engår (tabell 2). 'Becva' hadde klart dårle-

gast dekking. I første slått utgjorde alle sortane meir enn 75 % av avlinga med unnatak for 'Becva'. Denne sorten gav også klart lågast totalavling i første engår. Også i andre engår hadde 'Becva' dårleg dekking om våren, men også 'Tove', 'Perun' og 'Felopa' hadde berre om lag 50 % dekking. 'Hykor' hadde klart større totalavling enn 'Tove', 'Perun', 'Felopa', 'Terros' og 'Becva'. I tredje engår var det dårleg dekking også for 'Tove', 'Perun' og 'Felopa', i tillegg til 'Becva'. Raisvingelsortane 'Hykor' og 'Felina' gav størst avling, medan totalavlinga var minst for 'Tove', 'Perun', 'Felopa' og 'Becva'. Rangeringa etter avlingsmengd samsvarar godt med vinterstyrken til sortane.

I middel for tre år var totalavlinga av raisvingelsorten 'Hykor' vel 200 kg per dekar større enn for raigrassorten 'Tove'. Dekking om våren og del sådd gras i første slått i tredje engår var også klart best for 'Hykor' i høve til 'Tove'. Også raisvingelsorten 'Felina' hadde tilfredstillande dekking og del sådd sort i tredje engår, og totalavlinga var mest like høg som for 'Hykor'. I første og tredje slått hadde 'Hykor' og 'Felina' noko lågare føreiningkonsentrasjon enn 'Tove' fleirårig raigras.

Referansar

- Nesheim, L. & J. Brønstad. 2002. Raisvingelsortar til slått. Rettleiingsprøving av raisvingel. Grønn forskning 6(49):1-11.
- Nesheim, L. & L. Østrem. 2003. Raisvingel og raigrassortar med høgt innhald av vassløselege karbohydrat. Grønn kunnskap 7(4):83-91.
- Østrem, L. 2007. Raisvingel og fleirårig raigras til slått og beite. Bioforsk FOKUS 2(7):21-23.

Lystgass i landbruket – faktorer som påvirker utslipp

Lystgass (N_2O) er en nitrogenforbindelse som bidrar til global oppvarming. Hvert lystgassmolekyl har samme oppvarmingseffekt som ca 300 molekyl CO_2 . Dette tilsvarer 300 CO_2 -ekvivalenter. Denne posteren handler om faktorer som påvirker lystgassutslipp og muligheter til å redusere utslipp fra landbruket.

Sissel Hansen, Mona Ringnes og Grete Lene Serikstad
Bioforsk Økologisk
sissel.hansen@bioforsk.no

Hvordan dannes lystgass?

Viktige kilder for lystgassutslipp fra landbruket er denitrifikasjon, produksjon av kunstgjødsel og forbrenning av fossilt brensel (i jordbruksproduksjon og transport).

Denitrifikasjon er en naturlig prosess som reduserer nitrat (NO_3) og nitritt (NO_2) til nitrogenoksid (NO), lystgass (N_2O) eller molekylært nitrogen (N_2). Denitrifikasjon kan skje overalt hvor det er tilgjengelig NO_3 og mangel på oksygen, bl.a. i jord og lager for husdyrgjødsel er viktige arenaer i landbruket. I tillegg vil reaktivt nitrogen som tapes ut av jordbruksystemet bidra til økt denitrifikasjon andre steder. Eksempler på dette er ammoniakfordampning fra gjødsel, nitratutvasking fra jord. Ved produksjon av kunstgjødsel, med dagens renseteknologi, i Norge dannes det ca 0,01 kg N_2O per kg N produsert (tall fra Yara).

Faktorer som påvirker utslipp av lystgass fra jorda

Denitrifikasjon og andel lystgass som dannes er svært varierende og påvirkes av blant annet NO_3 -konsentrasjon, oksygentilgang, fuktighet, temperatur, pH og tilgang på lett løselig karbon (energi). Størst andel lystgass blir det når forholdene er delvis reduserende.

Selv om jord eller gjødsellager er overveiende aerobt, vil anaerobe lommer kunne forårsake store utslipp av N_2O fra små områder. Veksling mellom anaerobe og aerobe forhold vil kunne øke utslippene betydelig. Etter sterk nedbør eller kraftig vanning vil det være fare for store utslipp av lystgass dersom det er en høy konsentrasjon av nitrat i jorda. Faren er størst på dårlig drenert jord og tett jord med dårlig struktur. Hansen et al (1993) fant i et langvarig forsøk med

gjødsling og jordpakking i siltig finsand i Surnadal på Nordmøre at andel av tilført N i NH_4NO_3 tapt som lystgass økte svært mye som en følge av traktorkjøring (tabell 1). Den ekstra jordpakkingen var 2 kjøring med 4 tonn traktor hjul i hjul kort tid før gjødsling. Målingene ble gjort tidlig på sommeren.

Tabell 1. Tap av N_2O-N i % av N tilført med NH_4NO_3 i løpet av en måned etter jordpakking og gjødsling år 7 og 10 i et langvarig forsøk.

	Upakket	Pakket
År 7	3,36	4,81
År 9	0,84	4,38

Det er nær sammenheng mellom N-overskudd og N-effektivitet (mengde produkt per enhet N tilført) og det totale utslipp av drivhusgasser og utslipp av lystgass. For eksempel sank utslippet av drivhusgasser fra melkeproduksjonsbruk med 50 % når N-effektiviteten økte fra 12,5 til 25 % (N_2O , CH_4 , CO_2 målt i CO_2 -ekvivalenter per kg melk, Olesen et al. 2006).

Det er gjort få målinger i Norge som sammenligner lystgassutslipp fra konvensjonelt og økologisk landbruk. En statlig svensk rapport konkluderte nylig at det er større utslipp av N_2O fra konvensjonelt enn økologisk landbruk per ha og at utslipp per produktenhet er som i konvensjonelt landbruk eller noe lavere (Wahlander et al. 2008). Årsaken til mindre forskjell mellom de to produksjonsmetodene per produktenhet enn per ha, skyldes at avlingsnivået er lavere i økologisk landbruk. Rapporten referer til gjennomsnittstall. Det er imidlertid store variasjoner avhengig av produksjonsopplegg og agronomisk dyktighet. Biologisk nitrogenfiksering er den viktigste N-kilden i økologisk landbruk og gir svært små utslipp av N_2O , men fordi utslipp av lystgass er svært påvirket av

nitrogenoverskuddet må det nitrogenet som tilføres ved biologisk N-fiksering også tas med i regnskapet når utslipp av lystgass estimeres.

På grunn av det generelt lave gjødselnivået i økologisk landbruk vil det være størst fare for lystgassutslipp fra økologisk landbruk når enga brytes. Dette skyldes akkumulering og binding av nitrogen i eng. I økologiske dyrkingssystem i Skottland med 3 år eng og 3 år åker uten annen N-tilførsel enn biologisk nitrogenfiksering, ble det funnet dobbelt så store N-utslipp fra åker som fra eng (Rees *et al.* 2008).

Eksempler på tiltak som kan redusere utslipp av lystgass fra jorda

Fordi det er så nær sammenheng mellom N-effektivitet og utslipp av lystgass vil tiltak som minsker N-overskuddene og dermed bedrer N-effektiviteten minske utslipp av lystgass. I en undersøkelse gjennomført av Bleken og Bakken (1997) fant de et N-overskuddet på 13 kg N per daa på gårdsnivå. Dette er mye høyere enn beregnede N-tap gjennom ammoniakkkfordamping, utvasking og denitrifikasjon til sammen. En undersøkelse av N-effektivitet i hveteproduksjonen viste at det i Norge produseres ca 40 kg hvete per kg tilført kunstgjødsel-N. Dette er mye lavere N-effektivitet enn i Sverige og Danmark (Koesling 2006). I Norge burde det derfor være mye å vinne på å bedre N-effektiviteten. Bleken *et al.* (2005) fant at mjølkeproduksjonen basert på heimeprodusert fôr er en effektiv måte å bedre nitrogeneffektiviteten på. De sammenstilte data fra 21 melkeproduksjonsgårder i hele Europa (økologiske og konvensjonelle) og fant at N-effektiviteten på gårdene sank med økende N-tilførsel og N-intensitet.

En del tiltak vil minske de direkte lystgassutslippene fra tilført gjødsel. Viktig er god drenering og en gjødsling- og jordarbeidingspraksis hvor en høy konsentrasjon av lett tilgjengelig nitrogen unngås.

Fordi det er gjort få målinger av lystgassutslipp i Norge er estimatene av lystgassutslipp hovedsakelig basert på utenlandske undersøkelser. I forskningsprosjektet *Creating a scientific basis for an integrated evaluation of soil-borne GHG emissions in Norwegian agriculture* finansiert av Norges Forskningsråd, samarbeider UMB og Bioforsk om å utføre helårsmålinger av lystgassutslipp fra ulike produksjonsopplegg.

Referanser

- Bleken, M. & L.R. Bakken. 1997. The Nitrogen Cost of Food Production: Norwegian Society. *Ambio* 26(3):134-142.
- Bleken, M.A., H. Steinshamn & S. Hansen. 2005. High nitrogen costs of dairy production in Europe: Worsened by intensification. *Ambio* 34(8):598-606.
- Hansen, S., J.E. Mæhlum & L.R. Bakken. 1993. N₂O and CH₄ fluxes in soil influenced by fertilization and tractor traffic. *Soil Biol. Biochem.* 25:621-630.
- Koesling, M. 2006. Anvendelse av nitrogengjødsel i landbruket. Agropub. <http://www.agropub.no/index.gan?id=6460&subid=0>
- Olesen, J.E., K. Schelde, A. Weiske, M.R. Weisbjerg, W.A.H. Asman & J. Djurhuus. 2006. Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms. *Agric. Ecosys. Environ.* 112:207-220.
- Rees, R.M., B. Ball, K. Topp & C. Watson. 2008. Nitrous oxide emissions from a grass arable rotation in NE Scotland. International Symposium Organic agriculture and climate change, Enita Clermont, France, 17-18 April. http://www.abiodoc.com/fileadmin/uploads/Colloque/Diaporama/TH05/19_Rees.pdf
- Wahlander, J. (red.). 2008. Minska jordbrukets klimatpåverkan! Del 1. Introduktion och några åtgärder/styrmedel Svenska Jordbruksverket. Rapport 2008:11.

Partiell resistens mot mjøldogg i hvete – en varig løsning på et stadig tilbakevendende problem?

Mjøldogg forårsakes av den biotrofe sopp *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, og er en av de viktigste sykdommene på hvete i Norge. Gjennom prosjektet "Norsk hvete med varig resistens mot mjøldogg" (NFR 2005-2008) har vi identifisert flere gode kilder til partiell resistens i høst- og vårhvete og utviklet molekylære markører som nå blir tatt i bruk for å foredle fram sorter med bedre resistens.

Morten Lillemo¹, Jon Arne Dieseth² og Åsmund Bjørnstad¹

¹ Universitetet for miljø- og biovitenskap, ² Graminor AS
morten.lillemo@umb.no

Rasespesifikk og partiell resistens

En vekstsesong med temperaturer mellom 15 og 20 °C, vekslende fuktighetsforhold og perioder med nattedogg gir gode forhold for utvikling av mjøldogg-gangrep. Disse naturgitte forholdene kombinert med mangel på sorter med tilstrekkelig resistens, har gjort mjøldoggepidemiene til et årlig fenomen. Problemet har vært forsøkt løst gjennom resistensforedling helt siden den første sortsforedlingen tok til på begynnelsen av 1900-tallet, men soppene har alltid greidd å tilpasse seg ved å utvikle nye virulente raser. En viktig årsak til dette er at resistensen har vært basert på rasespesifikke resistensgener. Disse gir fullstendig beskyttelse, og er derfor enkle å håndtere i et foredlingsprogram. Men mjøldoggen kan lett overvinne resistensen ved hjelp av mutasjoner og rekombinasjoner i soppens gener. Derfor har alle nyere vårhvetesorter blitt middels til svært mottakelige i løpet av de første årene i praktisk dyrking, selv om de var resistente da de ble godkjent (Skinnes 2002). Som et alternativ til rasespesifikk resistens med kort varighet har vi partiell resistens. Dette er en type rase-uspesifikk resistens som bygger på flere gener som bidrar til å redusere sykdomsutviklingen. Plantene blir noe infisert. Til gjengjeld virker resistensen mot alle raser av mjøldoggen, og brytes ikke så lett ned. Et annet kjennetegn ved partiell resistens er at plantene ofte er mottakelige på frøplantestadiet, men har en høy grad av resistens på voksenplantestadiet.

Behov for molekylære markører

Foredling for partiell resistens ved tradisjonell fenotypisk seleksjon er vanskelig da effekten ikke

er absolutt og derfor lett å overse. Partiell resistens blir også ofte maskert av rasespesifikk resistens som finnes i foredlingsmaterialet. At en sort har begrenset mjøldoggutvikling kan like gjerne skyldes lav frekvens av virulente mjøldoggsporer i den naturlige smitten. Molekylære markører som kan brukes til å identifisere gener for partiell resistens vil derfor være til stor hjelp i foredlingsarbeidet.

Partiell resistens i høst- og vårhvete

Norske og utenlandske sorter og foredlingslinjer i høst- og vårhvete har i løpet av prosjektperioden blitt testet med naturlig mjøldoggsmitte i hillplotforsøk på Ås (Vollebakk), Staur (Stange) og Eidum (Stjørdal). I tillegg er 38 sorter og foredlingslinjer testet mot 20 differensielle mjøldoggisolat ved John Innes Centre i England (Lillemo *et al.*, under publisering). Denne testen identifiserte flere linjer som var mottakelige mot alle isolat på frøplantestadiet, men som likevel hadde relativt lave infeksjonsnivåer i feltforsøkene (tabell 1 og 2). Til denne kategorien hører de tyske vårhvetesortene Naxos og Paros og den norske foredlingslinja NK93602. Vårhvetelinja Saar fra CIMMYT er også interessant. Den har vist god resistens i felt, og har bare det rasespesifikke genet *Pm5a* som ikke lenger har noen effekt. Blant høsthvetelinjene som ble testet er det særlig Folke og Mjølner som utmerker seg med lavt infeksjonsnivå i feltforsøkene og ingen rase-spesifikke resistensgen. De nordamerikanske sortene Massey og USG3209 viste også god partiell resistens i feltforsøkene, men de har i tillegg rasespesifikk resistens som kan ha påvirket resultatene noe.

Tabell 1. Vårhvetelinjer med partiell resistens mot mjøldogg. Gjennomsnitt av hillplotforsøk ved Vollebakk (2005, 2006, 2008), Staur (2005, 2006, 2007, 2008) og Eidum (2008). LSD 5% = 9.8

Sort	Rasespesifikk resistens	% mjøldogg i feltforsøk
Saar	<i>Pm5a</i>	10,3
Naxos	Ingen	10,5
Paros	Ingen	15,2
NK93602	Ingen	20,1
MS273-150	Ingen, kontroll (MS)	40,2
Kariega	Ingen, kontroll (S)	61,8
Avocet-S	Ingen, kontroll (S)	76,9

Tabell 2. Høstvetelinjer med partiell resistens mot mjøldogg. Gjennomsnitt av hillplotforsøk ved Vollebakk (2006, 2007, 2008) og Eidum (2008). LSD 5% = 8.2.

Sort	Rasespesifikk resistens	% mjøldogg i feltforsøk
Folke	Ingen	4,6
Mjølnær	Ingen	8,1
Massey	Ukjent	5,7
USG3209	<i>Pm8+?</i>	5,3
Bjørke	<i>Pm5a</i> , kontroll (MS)	20,6
Kanzler	Ingen, kontroll (S)	42,3

Karakterisering av mjøldoggresistensen i Saar

Det genetiske grunnlaget for resistensen i 'Saar' er undersøkt i en krysning med linja Avocet-S som er mottakelig mot mjøldogg, brunrust og gulrust. 113 rekombinante linjer ble testet for mjøldoggresistens i Norge (Vollebakk og Staur) og Kina (Beijing), og genotypet med SSR og DArT markører. QTL-analysen avdekket konsistente faktorer for mjøldoggresistens på kromosomene 7DS, 1BL, 3AS og 5AL som i gjennomsnitt forklarte fra 10 til 45 prosent av den fenotypiske variasjonen for mjøldoggresistens. Testing mot gulrust og brunrust i Mexico avdekket at mjøldoggresistensen på 7DS og 1BL var forårsaket av de kjente genene *Lr34/Yr18* og *Lr46/Yr29* for partiell rustresistens. Disse har nå fått genbetegnelsene *Pm38* og *Pm39* for partiell resistens mot mjøldogg (Lillemo *et al.* 2008). Saar kan derfor sies å ha en type resistens som ikke bare er rase-uspesifikk, men også patogen-uspesifikk når det gjelder biotrofe sopper. Denne resistensen er undersøkt videre ved hjelp av nær-isogene linjer for *Pm38* og *Pm39* i den mottakelige bakgrunnen til Avocet-S. Inokulering av bladsegment fra planter på ulike utviklingsstrinn viste disse to genene ikke har noen effekt på frøplantestadiet, men at de forlenger

latensperioden, reduserer infeksjonseffektiviteten og bidrar til redusert sporulering på voksenplantestadiet (flaggblad og nest øverste blad).

Molekylære markører til bruk i praktisk foredling

Den partielle mjøldoggresistensen i 'Saar' blir nå krysset inn i det norske foredlingsmaterialet ved hjelp av de markørene vi har identifisert. Vi har også startet markørassistert innkrysning av resistens fra den nordamerikanske linja USG3209 basert på markører utviklet i USA (Tucker *et al.* 2007). I tillegg er det satt i gang markørutvikling basert på mer hjemlige resistensklider. Foreløpige resultat fra krysningen 'Folke' x T2038 viser at den partielle mjøldoggresistensen i 'Folke' bygger på tre konsistente genetiske faktorer lokalisert til 2BL, 5Bc og 6BS. Molekylær kartlegging av mjøldoggresistensen i 'Naxos' er også i gang, og forventes å være ferdig i løpet av de neste par årene. Hvordan disse og andre markører blir benyttet i praktisk foredling er tema for et eget foredrag på denne konferansen.

Referanser

- Lillemo, M., B. Asalf, R.P. Singh, J. Huerta-Espino, X.M. Chen, Z.H. He & Å. Bjørnstad. 2008. The adult plant rust resistance loci *Lr34/Yr18* and *Lr46/Yr29* are important determinants of partial resistance to powdery mildew in bread wheat line Saar. *Theor Appl Genet* 116:1155-1166.
- Skinnes, H. 2002. Breakdown of race specific resistance to powdery mildew in Norwegian wheat. *Cereal Rusts and Powdery Mildew Bulletin* vol. 30 [<http://www.crpmb.org>] 2002/1201skinnnes.
- Tucker, D.M., C.A. Griffey, S. Liu, G. Brown-Guedira, D.S. Marshall & M.A.S. Maroof. 2007. Confirmation of three quantitative trait loci conferring adult plant resistance to powdery mildew in two winter wheat populations. *Euphytica* 155:1-13.

Nitrogen- og fosfortap fra jordbruksarealer

JOVA-programmet omfatter lange tidsserier med kontinuerlig overvåking av næringsstoffavrenning fra små jordbruksdominerte nedbørfelt. Denne overvåkingen bidrar til å kvantifisere jordbrukets tilførsler av nitrogen og fosfor til vann og vassdrag, og danner et viktig grunnlag for tiltaksanalyser som gjennomføres i forbindelse med implementering av den nye vannforskriften.

Marianne Bechmann
Bioforsk Jord og miljø
marianne.bechmann@bioforsk.no

Innledning

Innføring av Vannforskriften som oppfølging av EU's rammedirektiv for vann fører til krav om reduserte tilførsler av næringsstoffer fra en rekke kilder i mange vassdrag. Oppnåelse av forbedret vannkvalitet avhenger mange steder bl.a. av reduserte tilførsler fra jordbruksarealene. Dokumentasjon av næringsstofftilførsler med dagens drift danner et nødvendig grunnlag for å kunne vurdere behovet for å redusere tilførselene. Program for Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) dokumenterer erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealer, samt endringer i jordbruksdrift og tiltaksgjennomføring.

Beskrivelse av overvåkingsprogrammet

Overvåkingen omfatter både overvåking av vannkvalitet og jordbruksdrift. Siden 1992 har mellom 8-16 bekker og elver blitt overvåket med hensyn til vannføring og konsentrasjoner av suspendert stoff og næringsstoffer. Her er tatt overvåkingsfelt som fortsatt er en del av programmet i 2008. For hvert felt er det etablert målestasjoner med automatisk prøvetaking og prøveuttak proporsjonalt med vannføringen, slik at både flomtopper lavvannsperioder prøvetas. På den bakgrunn beregnes tilførsler av næringsstoffer fra nedbørfeltet til målestasjonen. Dessuten beregnes erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealene innefor nedbørfeltet ved hjelp av standardverdier fra skog og utmark, bortsett fra Volbu hvor det er egne målinger for skogsområder. Standardverdiene for skog og utmark er 0 kg SS daa⁻¹, 6 g fosfor daa⁻¹ og for nitrogen 10 % av tapet fra jordbruk.

Jordbruksdrift og tiltaksgjennomføring

Jordbruksdriften i nedbørfeltene varierer fra intensiv potet- og grønnsaksproduksjon med tilførsel av husdyrgjødsel til ekstensiv eng og beite. Intensiteten har

stor betydning for mengden av tilførte næringsstoffer i gjødsel. Resultatene tyder på at det er mindre fokus på spredning av husdyrgjødsel i vekstsesongen de seneste årene. For jordbruk med korn og lite husdyrgjødsel (Skuterud og Mørdre) har det vært en tydelig nedgang i høstpløyd areal gjennom overvåkingsperioden, men det siste året har arealet med høstharving økt i begge feltene. Intensiteten i jordbruksdriften og andel høstpløyd areal har stor betydning for erosjon og næringsstofftapene.

Næringsstofftap fra jordbruksarealer

Næringsstofftapene varierer mye fra år til år. Variasjonen avhenger dels av gjennomføring av tiltak for å redusere tapene, men også av øvrige driftsendringene og dessuten har været det enkelte året stor betydning. Enkelte episoder, kan spesielt for fosfor være avgjørende for årets totale tap (tabell 1).

Nitrogentapet varierer mellom 2,3 til 10 kg N daa⁻¹ jordbruksareal og er nært relatert til avrenningsmengden. De høyeste nitrogentap er målt for jordbruksarealer i Vasshaglona, hvor det er intensiv jordbruksdrift med potet og grønnsaksproduksjon. De laveste nitrogentapene er målt i Volbu og Mørdre. I Volbu er jordbruksdriften ekstensiv og i Mørdre blir det brukt fangvekster på en del av arealet.

Fosfortapet varierer fra 0,04 til 0,42 kg P/daa og er for en del felt nært relatert til tap av suspendert stoff, altså erosjon, i feltet. De høyeste fosfortap måles i Hotranelva og Naurstadbekken, mens de laveste fosfortap måles i Volbubekken og Kolstad.

Konklusjon

Den kontinuerlige overvåkingen dokumenterer tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer i ulike deler

Tabell 1. Tap av nitrogen, fosfor og suspendert stoff (kg/daa jordbruksareal) for arealtyper og produksjonssystemer i Norge.

Arealtype/ produksjonssystem	Felt	Region	Antall år	Nitrogen	Fosfor	Suspendert tørrstoff
				Årlige tap i kg/daa (min.-max.)		
Korn	Skuterud	Ås, Follo, Akershus	14	4,7 (2,1-7,1)	0,22 (0,06-0,58)	121 (29-304)
Korn	Mørdre	Nes, Romerike, Akershus	17	2,3 (1,1-3,7)	0,18 (0,08-0,35)	147 (29-421)
Korn - husdyr	Kolstad	Ringsaker, Hedmark	17	5,2 (2,9-9,7)	0,05 (0,02-0,17)	17 (5-78)
Korn - husdyr	Hotran	Levanger, Nord-Trøndelag	16	5,4 (1,3-10,9)	0,40 (0,09-0,78)	292 (14-635)
Eng - husdyr	Time	Time, Jæren, Rogaland	3*	6,5 (5,4-7,5)	0,17 (0,15-0,18)	14 (12-16)
Eng - husdyr	Skas-Heigre	Jæren, Rogaland	13	4,1 (2,3-6,3)	0,12 (0,07-0,24)	12 (4-17)
Eng - husdyr	Naurstad	Bodø, Nordland	14	2,8 (1,8-4,4)	0,42 (0,25-0,74)	88 (39-182)
Eng - husdyr	Volbu	Slidre, Valdres, Oppland	15	2,4 (1,5-4,3)	0,04 (0,01-0,10)	8 (3-43)
Potet- Grønns. - husdyr	Vasshag-lona	Grimstad, Aust-Agder	11	10,0 (5,3-16,5)	0,95 (0,11-2,90)	223 (9-696)

*Tekniske problemer med vannføringsmålinger er årsak til at det er få år for dette feltet

av landet og fra forskjellige produksjonssystemer.

Denne dokumentasjon danner grunnlag for å vurdere næringsstofftilførsler fra jordbruksarealer i forhold til andre kilder i nedbørfeltene og bidrar dessuten til å øke forståelsen av prosesser for næringsstofftransport i jordbruksdominerte nedbørfelt.

Referanse

Bechmann, M., J. Deelstra, P. Stålnacke, H.O. Eggestad, L. Øygarden, & A. Pengerud. 2008. Monitoring catchment scale agricultural pollution in Norway: policy instruments, implementation of mitigation methods and trends in nutrient and sediment losses. *Environmental Science & Policy* 11:102-114.

Ny rotgallnematode *Meloidogyne naasi* i Vestfold

To arter av rotgallnematoder, *Meloidogyne hapla* og *M. ardenensis*, er vanlige å finne på friland i Norge. Sommeren 2008 ble det funnet en tredje art, *M. naasi*, på skadet hvete i Vestfold. Funnene er de første av denne rotgallnematoden i Norge og Skandinavia. Den er også funnet på flere ugras. *M. naasi* er en viktig skadegjører på bygg i tempererte områder.

Ricardo Holgado¹, John Ingar Øverland² og Bonsak Hammeraas¹

¹Bioforsk Plantehelset, ²Vestfold Forsøksring

ricardo.holgado@bioforsk.no

Innledning

Rotgallnematoder (*Meloidogyne* spp.) er globalt de mest skadelige nematodene på landbruksvekster, og forårsaker mer enn 10 % av avlingsreduksjonen på verdensbasis. Totalt er det beskrevet mer enn 90 arter hvor ca. 20 er funnet i Europa. I Norge ble rotgallnematoder for første gang omtalt som skadegjørere i veksthus i 1927, med de fleste skadetilfellene i tomat og agurk (Støen 1963).

Artene *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria* og *M. hapla* er funnet i norske veksthus. De tre førstnevnte er mest kjent fra varmere strøk og har det vi kjenner til ikke klart å etablere seg utendørs her til lands. På friland kjenner vi nordlig rotgallnematode *M. hapla* og arten *M. ardenensis* (Holgado et al. 2001). *M. hapla* har kjent forekomst i Vestfold (Tjøme og Larvik), Aust-Agder (Arendal og Grimstad) og Rogaland (Sola) (Magnusson et al. 2003). *M. ardenensis* er funnet i Kristiansund (Holgado et al. 2001), og senere også på Sunndalsøra.

Vestfold forsøksring tok sommeren 2008 ut prøver av planter og jord fra et kornfelt med misvekst. Materialet ble sendt til undersøkelse ved Bioforsk Plantehelset som konstaterte at årsaken til skadene var rotgallnematode *M. naasi*. Arealet hvor nematoden ble påvist har i flere år hatt felter med misvekst. Denne nematoden er ikke tidligere funnet i Skandinavia. Utbredelsen av *Meloidogyne* spp. på friland er ikke undersøkt systematisk i Norge, så man kan ikke helt utelukke at den enkelte steder er en del av faunaen vi omgir oss med. *M. naasi* er etter *M. hapla* regnet som den andre viktige planteskadegjøreren på friland i tempererte områder. På 1960-tallet ble den også beskrevet fra angrepne byggplanter (Franklin 1965,

1978, Kort 1972). Etter den første registreringen av nematoden på en eiendom ved Tønsberg ble det høsten 2008 holdt et informasjonsmøte om situasjonen hos Fylkesmannens landbruksavdeling i Vestfold. I tillegg til FMLA var følgende til stede: Bioforsk Plantehelset, Tønsberg kommune, Mattilsynet, Vestfold Forsøksring og berørte kornprodusenter. Et påfølgende samarbeid ga starten på en innledende feltundersøkelse for å skaffe ytterligere kjennskap til utbredelse, og mulige funn av resistente planter og sorter.

Symptomer og identifisering

Symptomer av *Meloidogyne naasi* på korn og gras er avhengig av sort, antall nematoder som finnes i jorda, og forhold plantene lever under. Overjordiske symptomer er vanskelig å karakterisere. Planten kan ha tendens til å henge slapt ned og visne (Rivoal & Cook 1993). Tilveksten avtar og plantene kan bli sterkt forkrøpelt. Symptomer på næringsmangel kan vise seg, og bladene blir lyse. Avlingsreduksjon er en følge av angrepet. Kornplanter som er angrepet av nematodene viser tydelige galler på røtter. I gallene finnes hunner og eggsekker. Galler dannet av *M. naasi* i korn kan ha flere fasonger, som golfkølle, hestesko, eller spiral. På gras er gallene små og finnes på rotspissen (Kort 1972). En sikker diagnose på rotgallnematoder får man ved å pirke ut hunner og egg fra gallene. For å diagnostisere *M. naasi* til art benyttes morfologiske studier, molekylære teknikker som isoenzymer, elektroforesis, total soluble protein patterns, og/eller Polymerase chain reaction (PCR) (Karssen & Moens 2006).

Utbredelse

M. naasi forekommer i de fleste nordeuropeiske land og USA (Franklin 1978), og tidligere USSR (Kort 1972). *Nematoden* er funnet på bygg i middelhavsområdet (Insierra



Figur 1. Galler med rotgallnematoden *M. naasi* på rot av hvete i Vestfold.

et al. 1975). Den er også funnet i Iran i forbindelse med skader på hvete (Kort 1972). I New Zealand og Chile er den registrert i kornvekster (Jepson 1987). Noen tilfeller er også gjort i Asia (Karssen & Moens 2006).

Vertplanter

M. naasi er polyfag, og er blitt rapportert fra følgende vertplanter:

- Graminae: *Agrostis palustris* (krypkvein), *Agrostis tenuis* (kvein), *Agrostis alba* (rødtoppkvein), *Avena sativa* (havre), *Festuca pratensis* (svingel), *Festuca arundinacea* (svingel), *Festuca elitator* (svingel), *Festuca rubra* (rødsvingel), *Hordeum vulgare* (bygg), *Lolium multiflorum* (italiensk raigras), *Lolium perenne* (raigras), *Oryza sativa* (ris), *Poa annua* (tunrapp), *Poa pratensis* (engrapp), *Poa trivialis* (markrapp), *secale cereale* (rug), *Sorghum* (durra), *Triticum aestivum* (hvete), *Zea mays* (mais), *Phleum pratense* (timotei), *Agropirum repens* (hundegras), *Digitaria sanguinalis* (blodhirse), *Dactylis glomerata* (hundegras), *Glyceria fluitans* (mannasøtgras)
- Amaryllidaceae: *Allium cepa* (kepaløk)
- Chenopodiaceae: *Beta vulgaris* (bete)
- Cucurbitaceae: *Citrullus lanatus* (vannmelon), *Cucumis melo* (melon), *Cucumis sativus* (agurk), *Cucumis pepo* (gresskar)

- Solanaceae: *Lycopersicon esculentum* (tomat), *Lycopersicon peruvianum* (vill-tomat), *Nicotiana glutinosa* (tobakk), *Nicotiana tabacum* (tobakk)
- Leguminosae: *Phaseolus vulgaris* (hagebønne), *Medicago sativa* (luserne), *Vigna sinensis* (aspargesbønne), *Trifolium alexandrinum* (egyptkløver), *Trifolium hybridum* (alsikkekløver), *Pisum sativum* (ert), *Glycine max* (soyabønner)
- Caryophyllaceae: *Stellaria media* (vassarve)
- Plantaginaceae: *Plantago lanceolata* (smalkjempe)
- Polygonaceae: *Rumex crispo* (krushøymole), *Polygonum persicaria* (hønsegras)

Vertplanter for *M. naasi* funnet i Vestfold

Ved gjennomgang av planterøttene i mikroskop ble det påvist galler med innhold av egg, larver, hunner og i enkelte tilfeller også hanner. Funn ble gjort på følgende planter:

- Balderbrå, meldestokk, gjetertaske, haredylle, timotei, linbendel, tunrapp, vassarve, raigras og hvete.

Takk til FMLA i Vestfold for økonomiske støtte.

Referanser

- Franklin, M.T. 1965. A root-knot nematode *Meloidogyne naasi* n. sp. on field crops in England and Wales. *Nematologica* 11:79-86.
- Franklin, M.T. 1978 *Meloidogyne*. In: J.F. Southey (ed.). *Plant Nematology*. pp. 98-124. Ministry of Agriculture, fisheries and food, Her Majesty's Stationary Office, London, UK.
- Holgado, R., B. Hammeraas & G. Karssen. 2001. First Report of the Root-Knot nematode *Meloidogyne ardenensis* on lady's mantle in Norway. *Plant Disease* 85:1289.
- Insierra, R.N., F. Lamberti, N. Volvas & D. Dandria. 1975. *Meloidogyne naasi* nell'Italia Merionale e Malta. *Nematologia Mediterranea* 3:163-166.
- Jepson, S.B. 1987. Identification of Root-Knot nematode (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C.A.B. International, pp. 265.
- Karssen, G., M. Moens. 2006. Root-knot Nematodes In: R.N. Perry & M. Moens (eds.). *Plant Nematology*, Wallingford, UK, CABI. pp. 59-90.
- Kort, J. 1972. Nematode diseases of cereals of temperate climates. In: J.M. Webster (eds.). *Economic Nematology*, Academic press London. pp. 97-126.
- Rivoal, R. & R. Cook. 1993. Nematode pests of cereals. In: K. Evans, D.L. Trudgill & J.M. Webster (eds.). *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture*, Wallingford, UK, CABI. pp. 259-303.
- Magnusson, C., R. Holgado & B. Hammeraas. 2003. Root Knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Norway. *Abstract Quarantine Root-Knot Nematodes in Europe*. p. 32.
- Støen, M. 1963. Rotgallnematode. *Gartneryrket* 53:643-667.

Kunnskapsutvikling for juletrenæringen

Juletrenæringen er i sterk vekst i Norge og utviklingen går mot stadig mer profesjonell produksjon. Gode resultater har gjort at norske juletrær etterspørres i Europa. Eksporten har økt de siste årene og var på anslagsvis 70 000 trær i 2008. Det er viktig å bistå en vekstnæring med å opprettholde produksjonen på et høyt nivå. Forskning på aktuelle problemstillinger er avgjørende.

Inger Sundheim Fløistad¹, Venche Talgø¹, Anette Sundbye og Arne Sæbø²

¹ Bioforsk Plantehele, ² Bioforsk Vest

inger.fløistad@bioforsk.no

Bioforsk har hatt flere prosjekter innen juletreproduksjon de siste 10 årene. Målet har vært å øke effektiviteten i produksjonen og bedre kvaliteten på sluttproduktet. Prosjektene har spent over mange tema innenfor produksjonsteknikk og plantehele.

Det har vært godt samarbeid mellom næring, veiledningstjeneste og forskning. Bioforsk og Norsk Pyntegrønt forsøksring har på bakgrunn av utfordringer hos produsentene identifisert aktuelle forskningsområder. Pyntegrønningen har bidratt til finansiering og medvirket ved gjennomføring av prosjektene. På denne måten har vi lyktes med å lage en kjede fra prosjektinitiering til gjennomføring og formidling av resultatene direkte til produsentene.

Bioforsk sin forskning innen juletreproduksjon omfatter plantekvalitet, gjødsling, ugras, soppsykdommer, skadedyr og vekstregulering. Forskningen holder et høyt nivå, også i internasjonalt perspektiv. Den erfaringsutvekslingen vi har hatt gjennom vårt samarbeid med forskere i Europa og USA har vært med å løfte produksjonen også i Norge.

Det som til nå er gjort av forskning og utvikling på området, viser også hvor det fremdeles er mangel på kunnskap. Ved å bygge videre på resultatene, kan en finne frem til de gode prosjektene som kan føre norsk juletrenæring videre til en effektiv, konkurransesterk og miljøvennlig produksjon av juletrær med høy kvalitet.

Referanse

Sæbø, A., I.S. Fløistsad % V. Talgø. 2008
Juletre dyrking - Forskning og utvikling.
Bioforsk TEMA 3(22). 4s.

Fenologi på Nordkalotten - "Phenology of the North Calotte" - et samarbeidsnettverk med norske og russiske skoler

Med utgangspunkt i det russiske registreringsystemet "letiopis prirodi" - naturens årbøker har Bioforsk Jord og miljø Svanhovd og de russiske statlige naturreservatene (zapovednikene) i Kandalaksha og Pasvik, utviklet et felles norsk-russisk skoleprosjekt.

Paul Eric Aspholm og Espen Tangen Aarnes
Bioforsk Jord og miljø
paul.eric.aspholm@bioforsk.no

Prosjektet er beregnet på skolebarn i alderen 12 - 15 år, men tilpassninger eller bruk av bare visse elementer, gjør at man kan bruke prosjektet i fra 5. klasse og oppover. Prosjektet startet i 2002 og har pågått siden. I dag deltar 11 russiske og 5 norske skoler i henholdsvis Murmansk Oblast (fylke) og Finnmark fylke. Hvert år er det i størrelsesorden tre hundre elever som deltar i registreringene. Registreringene samles i en nettløsning på sustain.no (Nettverk for miljølære) <http://sustain.no/data/ut/activities/bn2a/> som er en viktig del av samarbeidet. Dataene som er samlet av skolene kan brukes i forskningssammenheng.

Registreringsprogrammet for Phenology of the North Calotte består av både planter og dyr. Til sammen er det ni plantearter, seks fuglearter og tre arter av insekter. I tillegg registreres det når snøen og isen legger seg, og tiner bort. I alt er det 34 fenofaser som registreres, i tillegg er det et eget opplegg som tar for seg meteorologiske registreringer. Phenology of the North Calotte tar utgangspunkt i LA 21, og har som pedagogiske mål er å:

- øke kunnskapen og interessen for natur og miljø blant barn og unge
- være et redskap for miljøundervisningen for skoler
- bidra til økt kulturell forståelse mellom barn og unge i grenseområdene

Videre er det et tilbud til at elever og lærere som ønsker å fordype seg i miljøtema som biodiversitet og klimaproblematikk, og elevene får trening i praktisk observasjonsarbeid og registrering. Prosjektet skal også stimulere til bedre engelsk-kunnskaper, til bruk av data (teknologi), samt at fenologi kan brukes til å

belyse og være redskap i fag som geografi, samfunnsfag og forming.

Prosjektet baserer seg på internettkommunikasjon og på <http://sustain.no> finner man nedlastbar prosjekt "manual" på norsk og russisk, samt felt "guide" på engelsk. Internettsteder med mer informasjon finner man på nettverk for miljølære <http://sustain.no/activities/biodiv/bn2a/>. Prosjektet har årlige skolemøter hvor det arrangeres faglige elevsamlinger med felles feltarbeid av om lag 40 norske og russiske elever som representerer sine skoler. Lærene fra skolene tilbys samlinger og seminarer en gang i året, og det gjennomføres prosjektmøter for planlegging av aktiviteter og kalibrering av metodikken. Prosjektleder og personale fra Bioforsk Svanhovd gjennomfører besøk ved skolene for å bistå lærere med praktiske og pedagogiske tema når det er behov.

Skolenes oppgave i prosjektet er å etablere sin egen fenologiske "løype" hvor observasjonene gjøres i henhold til fenofasene, og hver skole skal delta i registreringene av fenofaser i programmet. Resultatene fra observasjonene legges inn på internettssidene for Phenology of the North Calotte.

Fenologi; norsk-russisk fenologisk samarbeid

I det faste arbeidet i de russiske zapovednikene (statlige naturreservater) brukes det et felles registreringssystem som kalles "letopis prirodi" - naturens årbøker. En del av dette systemet består av fenologiske registreringer. Flere av de russiske naturreservatene ble opprettet på midten av 1900 tallet eller tidligere. Tre av de fire verneområdene på Kolahalvøya er mer enn 70 år. De fenologiske registreringene utgjør derved lange tidsserier.

Paul Eric Aspholm
Bioforsk Jord og miljø
paul.eric.aspholm@bioforsk.no

Samarbeidet mellom Kandalaksja, Laplandski og Pasvik statlige naturreservater (zapovedniker), den Polar Alpiske botaniske hagen i Kirovsk (det russiske vitenskapsakademiet) og Bioforsk Jord og miljø Svanhovd startet i 1994. Det ble valgt ut 19 arter av planter som forekommer i områdene, og 16 felles fenofaser for disse plantene. Ved hver av de fem punktene er det etablert fenologiske løyper hvor plantenes fenofaser registreres.

Dette nettverket har senere knyttet samarbeid i prosjekter med Universitetet i Oslo, NORUT IT i Tromsø, og har bidratt til internasjonale publikasjoner. Samarbeidet har også vært utgangspunktet for det fenologiske skolenettverket "Phenology of the North Calotte". Disse tidsseriene av bakkeedata fra registreringer av ulike fenofaser på bjørkeløvet, som zapovednikene, den Polar Alpiske Botaniske hagen og Svanhovd utfører, har blitt brukt til kalibrering av satellittdata.



Figur 1. Multe (*Rubus chamaemorus*) er en av planteartene i det norsk -russiske fenologiske nettverket. Datoen som multene begynner å bli modne, er en av fenofasene som registreres. Foto: P.E. Aspholm.

Økologisk mat til ungdommen - en presentasjon av iPOPY prosjektet

For å øke forbruket av økologisk mat på lengre sikt, er det viktig å nå unge konsumenter. Bioforsk leder et europeisk forskningsprosjekt om mattilbud i skolen. Deltakerlandene har svært ulike ordninger, og andelen økomat varierer mye. Hva kan vi lære av hverandre for å finne innovative strategier til økt bruk av økologiske matvarer, i skolen og på andre arenaer?

Anne-Kristin Løes og Matthias Koesling
Bioforsk Økologisk
anne-kristin.loes@bioforsk.no

Internasjonal økoforskning

"Innovative løsninger for økologisk mat i offentlige serveringstilbud til barn og unge" (iPOPY) er ett av åtte pilotprosjekt som finansieres gjennom en felles satsning mellom forskningsrådene i 11 europeiske land i ERAnettet CORE Organic (www.coreorganic.org). Forskningsmiljøene innen økologisk mat og landbruk i Norge er små, og Norges forskningsråd har derfor prioritert å bruke midler fra Matprogrammet til internasjonal satsing innen dette området. Norge deltar i fire av de åtte CORE Organic-prosjektene. Prosjektene omfatter tre hovedområder: Matkvalitet, dyrehelse/-velferd og markedsforskning. iPOPY hører hjemme i den siste kategorien, og et hovedmål med prosjektet er å bidra til økt etterspørsel av økologisk mat. Vi har valgt å satse på ungdom som målgruppe, dels fordi de er framtidens forbrukere, og dels fordi ungdom i vekst og utvikling har spesielt stort behov for mat av høy kvalitet. Mange land sliter med økende overvekt og sykdommer relatert til kosthold og livsstil, også blant unge. Et viktig mål i iPOPY (www.ipopy.coreportal.org) er å undersøke hvordan satsing på økologisk mat kan bidra til at ungdom får et bedre kosthold og et sunnere forbruksmønster. Prosjektet startet i 2007 og varer til 2010.

Effektive strategier, gode opplevelser og sunnere kosthold

Forskere fra Danmark, Finland, Tyskland, Italia og Norge samarbeider i prosjektet, og fra norsk side er det Bioforsk Økologisk og Statens institutt for forbruksforskning (SIFO) som deltar. I fire arbeidspakker gjennomføres undersøkelser for

- å sammenlikne strategier og virkemidler i de ulike landene for å stimulere økt bruk av økologiske matvarer i offentlig regi

- å analysere viktige produktkjeder for å avdekke utfordringer og foreslå kvalitetskriterier, og sammenlikne og vurdere ordningene for sertifisering (Ø-merking) av serveringssteder
- å beskrive ungdommers holdninger til og opplevelse av økologiske mattilbud, og hvordan økologisk mat trekkes inn i undervisningen
- å analysere hvordan økologiske mattilbud i skolen påvirker hva elevene ellers spiser, og hvilke effekter dette kan ha på helsen deres.

En egen arbeidspakke sørger for framdrift og koordinering, og trekker hovedkonklusjoner fra prosjektet som helhet.

Ulike land - ulike utfordringer

Fra hvert av de fire landene som er med og finansierer prosjektet, Danmark, Finland, Italia og Norge, er det utarbeidet omfattende rapporter som beskriver dagens ordninger for matservering i grunnskolen, og i hvilken grad maten som tilbys er økologisk (tabell 1).

Danmark har kommet langt med å kombinere innføring av skolemat med bruk av økologiske råvarer, men har ikke noe tilbud om gratis servering til alle. Norge var det første landet i Europa som tilbød elever i grunnskolen gratis frukt, et initiativ som nå er tatt opp i EU (European Commission 2008), men ligger svært langt bak andre europeiske land når det gjelder annen matservering i skolen. Finland har gratis skolemat til alle, men har ikke kommet langt med å ta i bruk økologisk mat i skolen. Italia leder utviklingen på dette området, med subsidiert eller gratis varm mat til alle skolebarn, og krav om økologisk mat i mange delstater. I Italia er de viktigste utfordringene å beholde den gode matkvaliteten under økende krav til effektivisering, og å

Tabell 1. Oversikt over matsserveringen i grunnskolen i landene som finansierer prosjektet.

Land, antall innbyggere i 2007 og folketetthet	Ordninger for matsservering i grunnskolen	Økologisk?
Norge, 4,74 mill - 12 / km ²	Matpakke, enkelte skoler med matsalg i kantine. Salg av abonnement for melk og frukt, frukt delvis gratis.	Økomelk og -frukt noen få steder, avhengig av tilgang. BAMA leverer 20 % økofrukt.
Danmark, 5,48 mill - 127 / km ²	Matpakke, ofte mer innholdsrik enn den norske. Salg av melk, juice og frukt. Salg av mat, ofte enkle varmretter, i flere store byer, ulik organisering fra sted til sted. Ingen gratisordning.	Økomelk i store områder. Kommuner med matsalg ofte økologisk.
Finland, 5,26 mill - 16 / km ²	Gratis varm mat til alle fra barnehage t.o.m. videregående skole, rettighet for alle uavhengig av inntekt.	Enkelte skoler + kampanjer.
Italia, 57,7 mill - 191 / km ²	Subsidiert varm mat daglig til alle fra barnehage t.o.m. videregående skole, til dels avhengig av familiens inntekt.	Lovbestemt lokal og/eller økologisk mat i 6 delstater.

skaffe produkttyper og størrelser tilpasset behovene til store kjøkken som leverer skolemat.

Norske matpakker, melk og frukt

Den norske matpakka dominerer i grunnskolen, selv om enkelte skoler har kantiner med salg av mat. Prøveprosjekt med servering av gratis mat har vært svært positive, med god effekt på både trivsel og læring (Bjelland 2006). Innføring av gratis skolemat til alle er et svært ambisiøst mål som bare ett politisk parti så langt har gått aktivt inn for (Løes *et al.* 2008). Som et første trinn på veien mot et gratis skolemåltid i Norge, ble det høsten 2007 innført et statstilskudd til alle skoler med ungdomstrinn for at hver elev skulle få en gratis frukt daglig. Bakgrunnen for dette var en intervjuundersøkelse som viste en varig økning i fruktinntak etter en periode med gratis fruktservering i skolen (Bere *et al.* 2007). Ungdomstrinnet ble prioritert fordi det er de eldste elevene som oftest lar være å ha med, eller spise medbrakt mat. Selv om tilskuddet ble øremerket fra høsten 2008 mangler det likevel sanksjonsmuligheter mot kommuner som velger å bruke statstilskuddet til annet enn frukt. Det har heller ikke vært noe stort engasjement fra foreldre og barn for å klage over manglende frukt der kommunen har valgt å prioritere andre behov på skolebudsjettene.

Økologisk matsservering i norsk skole foregår i dag i svært begrenset omfang (Løes *et al.* 2008). BAMA er den dominerende leverandøren av skolefrukt, og har en målsetning om at 20 % av frukten skal være økologisk. Enkelte steder finnes lokale leverandører av økologisk frukt, men ingen offentlige etater har hittil vært villige til å dekke merprisen. En av de største

leverandørene måtte derfor nylig legge ned virksomheten (Jensen 2008). TINE leverer økologisk lettmeik i enkelte områder, men har ikke prioritert skolemelk i sin satsing på økoprodukter. Merprisen dekkes av elevene/foresatte.

Andre arenaer for økomat til ungdommen

Siden matsserveringen i skolen er lite utviklet, bruker vi også andre eksempler på offentlig servering av økologisk mat til unge mennesker som materiale fra norsk side i iPOP-prosjektet. Luftforsvaret i Midt-Norge har et prosjekt med innføring av økologisk mat i sine kantiner, og Øyafestivalen i Oslo har lang erfaring med servering av økologisk mat. Det tredje norske eksempelet er Trondheim kommune, som har en målsetning om at 30 % av maten kommunen kjøper inn skal være økologisk innen 2011, og at andelen i skoler og barnehager skal være minst 20 %.

Referanser

- Bere, E., M.B. Veierød, Ø. Skare & K.I. Klepp. 2007. Free school fruit - sustained effect three years later. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity Research* 4(5), <http://www.ijbnpa.org/content/4/1/5>
- Bjelland, M. 2006. Skolemåltidet i grunnskolen. Kunnskapsgrunnlag, nytte og kostnadsvirkninger og vurdering av ulike skolemåltidsmodeller. Rapport fra arbeidsgruppe. Nedsatt av Kunnskapsdepartementet. 76 s.
- European Commission 2008. School Fruit Scheme: Which role for the European Union? http://ec.europa.eu/agriculture/markets/fruitveg/sfs/index_en.htm
- Jensen, J.Ø. 2008. Slutter med økologisk skolefrukt. Tidens Krav nettavis. <http://www.tk.no/nyheter/article4000959.ece>
- Løes, A.K., M. Koesling, G. Roos, L. Birkeland & L. Solemdal 2008. Organic and conventional public food procurement for youth in Norway. *Bioforsk Rapport* 3(43) 28 pp.

Noen økobønder slutter - hva er årsakene?

Siden 2002 har mellom 150 og 200 produsenter årlig meldt seg ut av Debio. Den viktigste årsaken til utmelding var for mye byråkrati med kontroll og sertifisering. For dem som driver økologisk er det viktigste problemet uforutsigbare politiske rammevilkår. Økonomiske forhold var viktige årsaker eller problemer for alle.

Anne-Kristin Løes¹, Ola Flaten², Gudbrand Lien³ og Matthias Koesling¹

¹Bioforsk Økologisk, ²Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF), ³NILF og Høgskolen i Lillehammer
anne-kristin.loes@bioforsk.no

Langsamt flere, men stadig større

I årene 2002 - 2008 meldte 1267 primærprodusenter seg ut av Debio, mens 1805 meldte seg inn. Det har vært omlag 180 utmeldinger per år (figur 1), og trenden ser ikke ut til å avta. Interessen for omlegging var liten i 2004-06, men er nå igjen økende. Per 1.1.2009 var 2704 produsenter med i Debio-ordningen, og inkludert karens var 5,1 % av jordbruksarealet økologisk. Det er imidlertid fortsatt langt igjen til målet om 15 % økologisk matproduksjon i 2015. Bioforsk Økologisk og NILF har nylig avsluttet et forskningsprosjekt for å undersøke årsakene til at norske bønder melder seg ut av Debio, og de viktigste resultatene er omtalt her.

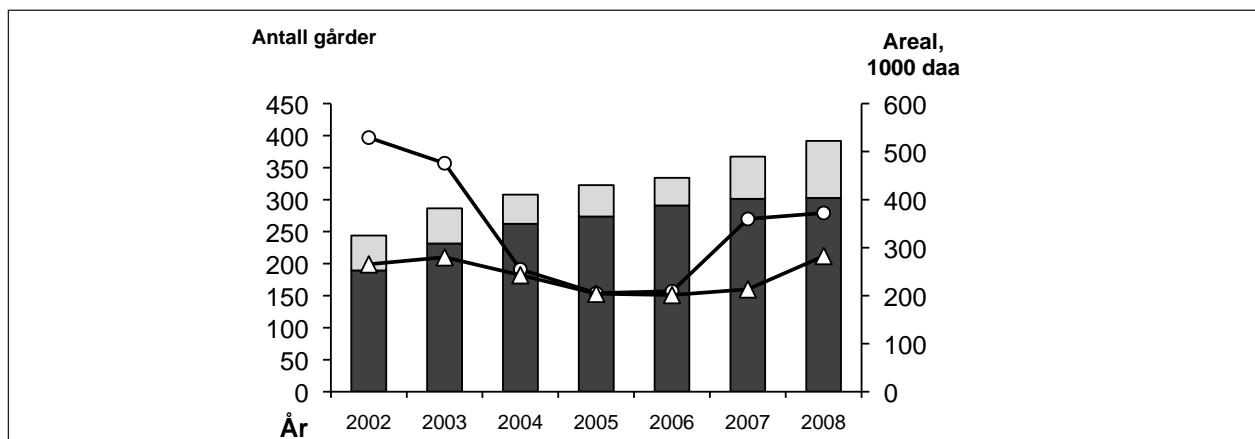
I 2004-07 hadde om lag 16 % av økobøndene for lite driftsomsfang til å motta produksjonstilskudd. Blant de utmeldte var det omtrent like mange, 19 %. Det er altså ikke bare små eller svært ekstensivt drevne gårder som blir utmeldt. Likevel går strukturutviklinga betydelig raskere i økologisk landbruk. Fra 2002 til 2007 økte jordbruksarealet på en gjennomsnittsgård fra 176 til 213 daa; for økogårder var økningen fra

197 til 255 daa. Antall melkekyr i en gjennomsnittlig besetning økte fra 15 til 18; for økobesetninger var økningen fra 15 til 20 (Koesling & Løes 2008). De som melder seg ut har mindre areal og færre dyr enn de som melder seg inn.

Fortsatt utmelding

Bønder som planlegger å avvikle drifta kan tjene på å legge om til økologisk landbruk de siste årene. Årlig legges det ned flere tusen gårdsbruk i Norge. Er det blant disse at vi finner de utmeldte økobøndene? Et omfattende spørreskjema ble sendt til alle produsenter som var utmeldt av Debio mellom 2004 og september 2007 og berettiget til produksjonstilskudd (523 stk), og en kontrollgruppe som hadde mottatt tilskudd til økologisk produksjon i 2006 (621 stk). Bare 18 % av de utmeldte hadde lagt ned drifta (Lien *et al.* 2008). Det er altså ikke mange bønder som har brukt omlegging som en nedleggingsstrategi.

De fleste bøndene svarte på hvilken driftsform de vurderer at det er på gården om 5-10 år. Hele en av fire med Debiogodkjenning i 2006 svarte at drifta ikke vil



Figur 1. Utvikling i antall primærprodusenter i Debio over tid, vist som inn- og utmeldte gårder, sammenholdt med utvikling i Debiogodkjent økologisk areal og karensareal i perioden 2002-2008.

fortsette å være økologisk. 20 % av dem som vil gi seg planlegger å legge ned, 40 % vil drive konvensjonelt og 40 % vil drive etter økologiske prinsipper, men uten godkjenning fra Debio. Blant disse økointeresserte bøndene er det over halvparten som hevder at de aldri bruker kunstgjødsel eller kjemiske plantevernmidler. (Lien *et al.* 2008). Likevel ønsker de ikke å delta i Debio-ordningen og motta tilskudd til økologisk drift. Planteproduksjonen hos disse økoinspirerte er overveiende grovfôr. Det gjør det enklere å forstå den lave bruken av konvensjonelle innsatsfaktorer. Samtidig er det tydelig at et godkjent økologisk driftsopplegg krever mer enn fravær av kunstgjødsel og sprøytemidler.

Årsaker til utmelding

Bøndene rangerte problemer med å drive økologisk, eller årsaker til å melde seg ut, ved å bedømme ulike utsagn på en skala fra 1 ("ikke viktig") til 7 ("svært viktig"). De viktigste årsakene til utmelding var for mye byråkrati, for små tilskudd, for lav merpris, uforutsigbare politiske rammevilkår og et komplisert økologisk regelverk (tabell 1). Økologene har mindre problemer med regelverk og kontroll, men klager over uforutsigbare politiske rammevilkår. De ønsker seg også høyere merpris og mer tilskudd, men er likevel mer fornøyd med det økonomiske resultatet enn dem som melder seg ut for å drive konvensjonelt. Agronomiske utfordringer var mindre viktige enn økonomiske, men mange hadde problem med ugras. Veiledning og sosiale forhold, var av mindre betydning. Mange

kommenterte at de savnet mer kommunikasjon og hjelp til å tilpasse seg regelverket fra Debio sin side.

Hvordan få færre til å slutte?

Norske myndigheter bør øke forståelsen for at vi trenger regler og kontroll for å definere og forvalte økologisk landbruk. Det bør også kommuniseres bedre hva som gjøres for å ivareta norske interesser, for eksempel for å få unntak fra EU-regler som er dårlig tilpasset norske forhold. Offentlige kontrollorganer skal ikke drive kommersiell rådgivning, men må likevel ha fokus på å yte service. Det bør vurderes om kontrollen kan forenkles, for eksempel med sjeldnere inspeksjoner. Økobønder som satser er mer inspirert av miljø- og sunnhetshensyn enn dem som gir opp. Dette understreker betydningen av å informere om fordeler ved den økologiske driftsformen utover de rent økonomiske. Gardbrukere trenger slik informasjon for å bli inspirert til å legge om, og motivert til å fortsette. Det trengs tydelige røster med tillit blant bønder flest som kan forklare argumentene for økologisk drift, og hvorfor myndighetene ønsker å støtte denne driftsformen.

Referanser

- Koesling, M. & A.K. Løes. 2008. Alt under kontroll? Økologisk landbruk 2008(1):42-43.
- Lien, G., O. Flaten, M. Koesling & A.K. Løes. 2008. Utmelding av norske økobønder - hva er årsakene? Resultater fra en spørreundersøkelse høsten 2007. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) Diskusjonsnotat 1/2008: 60 s.

Tabell 1. De 11 viktigste problemer eller årsaker til utmelding blant tidligere og nåværende økobønder i Norge rangert etter gjennomsnittsverdi blant alle informanter, og rangeringen av disse 11 problemene/årsakene blant fire grupper av bønder. Gruppene er: Økolog = Økologisk drift om 5-10 år. Økoinspirert = Utmeldt eller planlegger utmelding innen 5-10 år, driver eller vil da drive etter økologiske prinsipper, men uten Debiogodkjenning. Konvensjonell = Utmeldt og driver konvensjonelt, eller vil gå over til konvensjonell drift innen 5-10 år. Nedlagt = Utmeldt eller planlegger utmelding på grunn av nedleggelse innen 5-10 år.

Utsagn	Økologisk	Økoinspirert	Konvensjonell	Nedlagt
1 For mye byråkrati med Debio-sertifisering og -kontroll	6	1	1	7
2 For små tilskudd til økologisk landbruk	3	5	3	2
3 Uforutsigbare politiske rammevilkår for økologisk landbruk	1	4	5	5
4 For lave pristillegg på økologiske varer	2	6	4	1
5 For kostbare økologiske driftsmidler (såfrø, fôr..)	4	7	8	2
6 Endringer i regelverket for økologisk drift	5	3	9	11
7 Komplisert økologisk regelverk	8	2	6	10
8 Utilfredsstillende økonomiske resultater	10	9	2	4
9 Lite motiverende at økologiske varer i omsetningsledd selges som konvensjonelle	7	8	12	8
10 Stor usikkerhet/risiko om framtidig inntekt	11	10	7	6
11 Ugrasproblemer	9	16	11	9

