



## Bioforsk-konferansen 2010

Erling Fløistad og Kari Munthe (red.)

# Bioforsk FOKUS 5(2)

**Bioforsk-konferansen 2010**

Sammendrag av presentasjoner

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 5 nr 2 2010  
ISBN 978-82-17-00600-8  
ISSN 0809-8662

Forsidefoto: Morten Günther

Produksjon og trykk: [www.kursiv.no](http://www.kursiv.no)

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

[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

# Forord

Bioforsk-konferansen 2010 arrangeres på Quality Hotel & Resort Sarpsborg 10. og 11. februar 2010.

Denne boka inneholder sammendrag av 103 av totalt 116 foredrag som blir holdt under konferansen, pluss 17 av 21 vitenskapelige plakater som presenteres. Artiklene er korte sammendrag av foredragene og flere av forfatterne har lagt vekt på å henvise til annen litteratur om emnet.

I boka presenteres sammendragene i den rekkefølge foredragene står oppført i programmet for konferansen. Sammendragene av plakatene er samlet til slutt i boka. Det er også laget ei liste over alle forfattere med henvisning til sidetall for artiklene.

Programkomite for konferansen har vært Erik Revdal (leder), Ragnar Eltun, Espen Haugland, Ellen Merethe Magnus, Mekjell Meland, Øistein Vethe og Atle Wibe.

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 skriver til fortrykket. Vi er imponert over at så mange har levert manuskript til boka selv om tidsplanen for produksjonen av den er meget kort. Alle bidragsytere fortjener en stor takk for sitt engasjement i forbindelse med Bioforsk-konferansen 2010.

Takk også til Åse Grundstrøm og Grete Saltom Rikheim som har hjulpet oss med korrekturlesing.

Ås, 29. januar 2010

Erling Fløistad  
(red.)

Kari Munthe  
(red.)

# Innhold

Ett uthålligt svenskt jordbruk - vad är utmaningarna? .....	10
Lars Bergström och Rune Andersson	
Bærekraft i dyrkingssystemforsøket .....	12
Audun Korsæth	
Gjødsling i overvåkingsfeltene (JOVA) - tap av næringsstoffer .....	14
Line Meinert Rød, Hans Olav Eggestad, Rikard Pedersen og Anne Falk Øgaard	
Transport av næringsstoffer gjennom jorda .....	16
Sigrun H. Kværnø og Marianne Bechmann	
Can we simulate runoff from agriculture-dominated watersheds? Comparison of the DrainMod, SWAT, HBV, COUP and INCA models applied for the Skuterud catchment .....	18
Johannes Deelstra, Csilla Farkas, Alexander Engebretsen, Sigrun H. Kværnø, Stein Beldring and Alicja Olszewska	
Redusert jordarbeiding - omfang, fordeler og ulemper .....	20
Svein Skøien	
Kostnadseffektivitet av tiltak i jordbruket .....	22
Karen Refsgaard og Marianne Bechmann	
Fosforindeks - vurdering av risikoarealer i tilknytning til gjødselplanlegging .....	24
Anne Falk Øgaard	
Bruk av organiske restprodukter som N-gjødsel .....	26
Trond Knapp Haraldsen	
Organisk avfall som fosforressurs i matproduksjon .....	28
Anne Bøen	
Fosforbalanse i intensiv husdyrproduksjon .....	30
Marianne Bechmann	
Virkning av avløpsslam på fosfortap fra landbruksjord .....	32
Anne Falk Øgaard	
Bruk av avfallsbaserte produkter ved etablering av grøntarealer .....	34
Anne Bøen og Trond Knapp Haraldsen	
Utvikling av regelverk tilpasset morgen-dagens utfordringer for resirkulering av organisk avfall .....	36
Trond Knapp Haraldsen	
Første omfattende risikovurdering av avløpsslam i Norge .....	38
Anne Finstad	
Biorest - en risiko i økologisk landbruk? .....	40
Espen Govasmark, Børge Holen, Jessica Stäb, Mirja Salkinoja-Salonen, Douwe Hoornstra, Hilde Marit Østlie og Tommy Nesbakk	
Nanomaterialer og risiko. Hva og hvor mye vil ende opp i jord? .....	42
Erik J. Jøner	
Karbonlagring i jord - klimaeffekter ved omlegging fra åpen åker til gras på bakkeplanerte arealer ...	44
Arne Grønlund	
Biokull som jordforbedringsmiddel og klimatiltak .....	46
Daniel Rasse og Arne Grønlund	
Klimaeffekter og andre miljøkonsekvenser av drenering og alternativ bruk av myr .....	48
Bjørn Kløve	

Klimaskifte for jordvernet.....	50
Arne Bardalen	
Urbant press på jord og kulturlandskap .....	52
Gustav Fystro	
Jordvern - mer enn ord .....	54
Svein Guldal	
Kulturlandskapets biologiske mangfold i ett historisk og europeisk perspektiv .....	56
Urban Emanuelsson	
Resiliens og økosystemtjenster i verden og på gården .....	58
Johan Ahnström	
Økosystemtjenester fra kystlyngheiene .....	60
Mons Kvamme	
Dyrkingsstrategier, varslings og hurtiganalyser for å redusere risikoen for soppgifter i norsk korn til mat og fôr .....	62
Guro Brodal, Ingerd Skow Hofgaard, Heidi Udnes Aamot, Oleif Elen og Sonja Sletner Klemsdal	
Opptak av organiske forbindelser i nyttevekster: variasjon mellom plantedeler og validering av planteopptaksmodeller .....	64
Trine Eggen	
Virusresistent julestjerne.....	66
Dag-Ragnar Blystad, Jihong Liu Clarke, Sissel Haugslie, Merete Wiken Dees, Erling Fløistad, Shaochen Xing og Carl Spetz	
Bekjempelse av bomullsmellus på julestjernestiklinger .....	68
Nina Svae Johansen og Toril Sagen Eklo	
Produksjon av frukttregrunnstammer og frukttrær.....	70
Arne Sæbø og Jan Meland	
Phytophthora ramorum i Norge .....	72
María-Luz Herrero og Brita Toppe	
Tobakkplanter som fabrikk for produksjon av vaksiner .....	74
Jihong Liu Clarke, Even Sannes Riiser, Shuai Guo og Sonja Sletner Klemsdal	
Klimaendringer og genetiske ressurser i landbruket .....	76
Tore Skrøppa	
Klimaendringer og konsekvenser for stølslandskapet - utviklingstrekk og tiltak.....	78
Mats Höglind og Ann Norderhaug	
Arvesølvprosjektet -en pådriver for å ivareta kulturavhengig biomangfold .....	80
Ellen Svalheim	
Handlingsplan for slåttemark .....	82
Ann Norderhaug og Ellen Svalheim	
Fremmede arter, trusler, bekjempelses-strategier og tiltak .....	84
Ester Ødegaard	
Hva kjennetegner den innovative bygda? .....	86
Odd Jarl Borch	
Ungdom og mat - verdiskaping basert på ungdommens verdier .....	88
Gro Caroline Flølo	
Egenprodusert flis til husdyr - fra mulighet til virkelighet .....	90
Odd Arild Finnes	

Akvatisk plantedyrking - ny næring for landbruket.....	92
Åsbjørn Karlsen og Christian Uhlig	
Jaktturisme - hvilken kunnskap trenger vi? .....	94
Arve Aarhus	
Kostar hjorten meir enn han smakar?.....	96
Pål Thorvaldsen og Samson L. Øpstad	
Modeller for avskytning av hjort.....	98
Erling L. Meisingset	
Er næringsfiske i innsjøer økologisk og økonomisk bærekraftig? .....	100
Hallvard Jensen	
Oppdrett av røye - muligheter og utfordringer .....	102
Sten Ivar Siikavuopio	
Skadedyr ved frøavl av rødkløver .....	104
Trygve S. Aamlid og Arild Andersen	
Høstetid og lagring av timoteifrø.....	106
Lars T. Havstad	
Tynning av frøeng .....	108
John I. Øverland og Lars T. Havstad	
Sorter og dyrkingsteknikk i høstoljevekster .....	110
Mauritz Åssveen og Ragnar Eltun	
Tolerance of winter canola to frost and ice encasement .....	112
Wendy Waalen	
Modellering av overvintringsskader og frosttoleranse i høsthvete .....	114
Anne Kari Bergjord	
Variierende virkning av ugrasmidler .....	116
Kjell Wærnhus og Jan Netland	
Spillfrø i vårrybs.....	118
Kirsten Semb Tørresen og Unni Abrahamsen	
Occurrence and significance of leaf spot diseases in wheat .....	120
Andrea Ficke	
Kvalitet - viktige egenskaper i foredlingsarbeidet av norsk vårhvete .....	122
Jon Arne Dieseth	
Bruk av bygg i brød - erfaringer fra EU-prosjektet "Barleybread" .....	124
Stefan Sahlstrøm	
Prediksjon av avling og kvalitetsegenskaper i vårhvete ved hjelp av refleksjonsanalyse .....	126
Stein Ivar Øvergaard	
Fosforbalanser i vårkorn .....	128
Annbjørg Øverli Kristoffersen	
Gjødslingsstrategier - effektiv våronn .....	130
Bernt Hoel og Hans Tandsæther	
Er økonomisk optimal nitrogen gjødsling til korn også optimalt for miljøet? .....	132
Hugh Riley	
Dyrkingsveiledninger for 'Mozart', 'Lady Jo' og 'Berber'.....	134
Per J. Møllerhagen	

Potetsorter til økologisk dyrking.....	136
Per J. Møllerhagen	
Fosforgjødsling tilpasset sted og sort.....	138
Kristian Haug	
Nytt og nyttig om fysiologisk kvalitet av settepoteter .....	140
Eldrid Lein Molteberg	
Fysiologisk aldring av settepoteter - oppsummering fra forsøk i klimarom.....	142
Tor J. Johansen	
Flatskurv - noen resultater fra skurvprosjektet.....	144
Merete Wiken Dees, Arild Sletten og Arne Hermansen	
Rødråte - et problem i 2009.....	146
Arne Hermansen, Maria-Luz Herrero, Elisa Gauslå og Ragnhild Nærstad	
Resultater fra pilotprosjektstudie om potetcystenematoder .....	148
Ricardo Holgado, Björn Niere, Jon Olav Forbord, Arne Vagle og Christer Magnusson	
Avling og kvalitet av karve ( <i>Carum carvi</i> ) samla inn frå heile landet.....	150
Gunhild Børtnes og Ruth Mordal	
Nitrogenmineralisering fra organiske materialer aktuelle til gjødsling av økologiske grønnsaker .....	152
Ingunn Øvsthus, Christian Uhlig og Tor Arvid Breland	
Frøkvalitet i matkålrot.....	154
Helge Oskarsen	
Tiltak og strategiar for kostnadseffektivt ugrasreinhold i kålrot.....	156
Jan Netland, Kari Aarekol og Øyvind Overskeid	
Hvilke bakterier er årsak til de økende problemene med råte i norsk kepaløkproduksjon? .....	158
Juliana I.S. Perminow, Arild Sletten, Arne Hermansen, Inger-Lise W. Akselsen og Eva Borowski	
Tørkefart i smal og brei streng. Konsekvensar for gjæringskvalitet og næringsverdi på surfôret .....	160
Olav Martin Synnes, Anne Kjersti Bakken og Astrid Johansen	
Hygienisk kvalitet i fortørka surfôr frå breispreidd versus strenglagt gras .....	162
Astrid Johansen, Olav Martin Synnes og Anne Kjersti Bakken	
Hva koster grovfôret? .....	164
Øyvind Hansen	
Läglighetskostnader vid skörd av vall- med exempel för skördesystem i Sverige.....	166
Carina Gunnarsson, Rolf Spörndly, Håkan Rosenqvist, Alfredo de Toro och Per-Anders Hansson	
Inplastat vallfoder till hästar .....	168
Cecilia E. Müller	
Hausteregime for svært godt grovfôr på Jæren, i Valdres og i Trøndelag .....	170
Anne Kjersti Bakken, Mats Höglind og Tor Lunnan	
Innhald av protein og fiber i blad og stenglar hos timotei ved ulike utviklingssteg .....	172
Torstein H. Garmo, Anne Kjersti Bakken og Åshild Randby	
Avling og kvalitet av beiteblandingar hausta ved 15 cm plantehøgde gjennom heile sesongen.....	174
Astrid Johansen	
Produksjon og utnytting av gjenvekst ved høge avdråttsnivå.....	176
Anne Kjersti Bakken og Håvard Steinshamn	
Kompostert sauetalle brukt som gjødsel i eng .....	178
Synnøve Rivedal og Samson L. Øpstad	



Kontroll av høymole i økologisk grasmark .....	180
Lars Olav Brandsæter, Paul E. Hatcher, Espen Haugland, Matthias Koesling, Kjell Mangerud og Tor Lunnan	
Overvintringsevne og fôrkvalitet i <i>Festulolium</i> samanlikna med andre artar .....	182
Liv Østrem og Arild Larsen	
Raisvingel og timotei - tilvekst og slaktekvalitet på okser .....	184
Margarita Novoa-Garrido, Birger Volden og Harald Volden	
Skal timoteien framleis vera dominerande i engfrøblandingane våre? .....	186
Tor Lunnan	
Resultater fra inter-nordisk prosjekt på <i>Colletotrichum acutatum</i> i jordbær og kirsebær .....	188
Gunn Mari Strømeng, Jorunn Børve, Andrew Dobson og Arne Stensvand	
Alternative middel mot mjøldogg i jordbær .....	190
Arne Stensvand, Belachew Asalf, Håvard Eikemo, Andrew Dobson, Anne Marte Tronsmo, David M. Gadoury og Robert C. Seem	
Kan nyttesopp tilføres ved planting av jordbær for å bekjempe veksthusnutebilla? .....	192
Ingeborg Kligen, Karin Westrum, Idun Bratberg og Nina Trandem	
Sorter og gjødsling til økologisk jordbær i tunnel og på friland .....	194
Jan Karstein Henriksen	
Økologiske bringebær i polytunnel- effekt av gjødsling og klima .....	196
Rolf Nestby og Aksel Døving	
Effekter av nitrogentilførsel til ulik tid i forhold til blomsterdifferensiering i jordbær .....	198
Nina Opstad, Anita Sønsteby, Unni Myrheim og Ola M. Heide	
Søte, ferske og gode; Hagebær vår neste ferskvare suksess .....	200
Arnfinn Nes, Sigrid Mogan, Stanislav Strbac og Morten Utengen	
Endringer i innholdsstoff i solbær ved ulik høstetid .....	202
Siv Fagertun Remberg	
Klimaendring kan gi tidlegare jordbærsesong .....	204
Aksel Døving	
Miljøvennlig næringsutvikling i norsk veksthusproduksjon .....	206
Hans Ragnar Gislerød, Leiv M. Mortensen, Sissel Torre, Arne Stensvand og Nina S. Johansen	
Veksthusklima og integrert plantevern .....	208
Nina Svae Johansen	
Virkningen av belysningstid og lyskvalitet på mjøldogg hos roser .....	210
Aruppillai Suthaparan, Arne Stensvand, Sissel Torre, María-Luz Herrero, David M. Gadoury og Hans Ragnar Gislerød	
Effekt av kontinuerlig belysning på veksthusmellus .....	212
Nina Svae Johansen, Toril Sagen Eklo og Anette Sundbye	
<i>Pythium aphanidermatum</i> , en vanlig veksthus sykdom i Norge, kan ha vertsplanter på friland .....	214
María-Luz Herrero og Brita Toppe	
Agropub - nettside for økologisk landbruk .....	216
Mona Ringnes	
Luftegårder for okser i økologisk kjøttproduksjon - en presentasjon av prosjektet .....	218
Lise Aanensen	
Velferdsplanlegging i økologisk kalvehold .....	220
Britt Henriksen, Cecilie Mejdell og Berit Hansen	
Vedlikeholdssåing i grasmark .....	222
Lars Nesheim	

Våtsåing av eng- og åkervekstar .....	224
Lars Nesheim	
Beiteskader av hjort på gran og furu .....	226
Samson L. Øpstad, Åsmund Austarheim og Pål Thorvaldsen	
Ecofish. Sea lice control utilising reared ballan wrasse (Labridae) .....	228
Jim Treasurer, Oddvar Ottesen, Richard Fitzgerald, Julie Maguire, Nonna Zhuravleva, Åsbjørn Karlsen and Celine Rebours	
Klimaendringer - erosjon og næringsavrenning fra jordbruksarealer - effekter for drikkevannskvalitet .....	230
Anne-Grete Buseth Blankenberg, Lillian Øygarden, Johannes Deelstra, Nils Otto Kitterød, Hans Olav Eggestad og Atle Hauge	
Extreme events and hydrological characteristics in agricultural catchments .....	232
Johannes Deelstra, Hans Olav Eggestad, Arvo Iital, Viesturs Jansons og Line J. Barkved	
Klimaendringer- konsekvenser for de hydrotekniske systemene i landbruket.....	234
Atle Hauge	
Biodiesel fra norske jordbruksvekster .....	236
Lars Løken Granlund, Ragnar Eltun, Erik Eid Hohle, Lars Nesheim, Wendy Waalen og Mauritz Åssveen	
Presisjonsjordbruk: flekssprøyting av frøgras i korn .....	238
Therese With Berge, Steve Goldberg, Kristin Kaspersen, Jan Netland, Øyvind Overskeid og Trygve Stølan	
Hvordan overlever snømuggsoppen <i>Microdochium nivale</i> på golfbaner gjennom sommeren? .....	240
Anne Marte Tronsmo og Ingerd Skow Hofgaard	
<i>Fusarium</i> -angrep fører til bladfall og visne skot i kristtorn .....	242
Venche Talgø, Jafar Razzaghian, Sonja Sletner Klemsdal, Trude Slørstad og Arne Stensvand	
Rot- og stengelsjukdommar i begonia .....	244
Brita Toppe og María-Luz Herrero	
<i>Phytophthora plurivora</i> - ny skadegjerar på tre i Noreg .....	246
Venche Talgø, Maria-Luz Herrero, Brita Toppe, May Bente Brurberg, Robert Thurston, Trude Slørstad og Arne Stensvand	
Risikovurdering av <i>Phytophthora ramorum</i> , en pseudosopp som framkaller ramorum-greinvisning .....	248
Leif Sundheim, María-Luz Herrero, Trond Rafoss og Brita Toppe	

# Ett uthålligt svenskt jordbruk - vad är utmaningarna?

Frågan om vad som kan förväntas av ett uthålligt jordbruk är ganska lätt att besvara. Vi vill kunna producera hälsosam mat i tillräcklig mängd, med så lite negativa miljöeffekter som möjligt.

Lars Bergström<sup>1</sup> och Rune Andersson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Mark och Miljö, <sup>2</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Livsmedelsvetenskap  
lars.bergstrom@mark.slu.se

## Inledning

Frågan om vad som kan förväntas av ett uthålligt jordbruk är ganska lätt att besvara. Vi vill kunna producera hälsosam mat i tillräcklig mängd, med så lite negativa miljöeffekter som möjligt. Detta har klart uttryckts i flera officiella dokument under senare år, bl.a. i Bruntlandkommissionen (1987). Den definierade hållbar utveckling på följande sätt: 'en utveckling som tillfredställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredställa sina'. Trots att mycket forskning har utförts i linje med detta synsätt, har det visat sig svårt att med praktiska motåtgärder reducera störningar på miljön till acceptabla nivåer. För att få en uppfattning om hur vi går vidare i vårt arbete med att minska miljöstörningar och förbättra uthålligheten i livsmedelskedjan har flera ansatser att sammanfatta olika uthållighetsbrister gjorts under senare. Följande är exempel på några som är i fokus idag:

- Beroendet av ändliga fosfortillgångar och fossil energi
- Det läcker kväve, fosfor och bekämpningsmedel till yt- och grundvatten
- Jordbruket bidrar med luftföroreningar som orsakar försurning, eutrofiering och klimatförändringar
- Markens bördighet hotas av markpackning och sjunkande mullhalter
- Ökande halter av kadmium i mark och livsmedel
- Problem med fleråriga ogräs och svårbekämpad potatisbladmögel
- Betesmarkernas biologiska mångfald hotas p.g.a. otillräcklig hävd
- Foderimporten bidrar till miljöproblem i andra länder

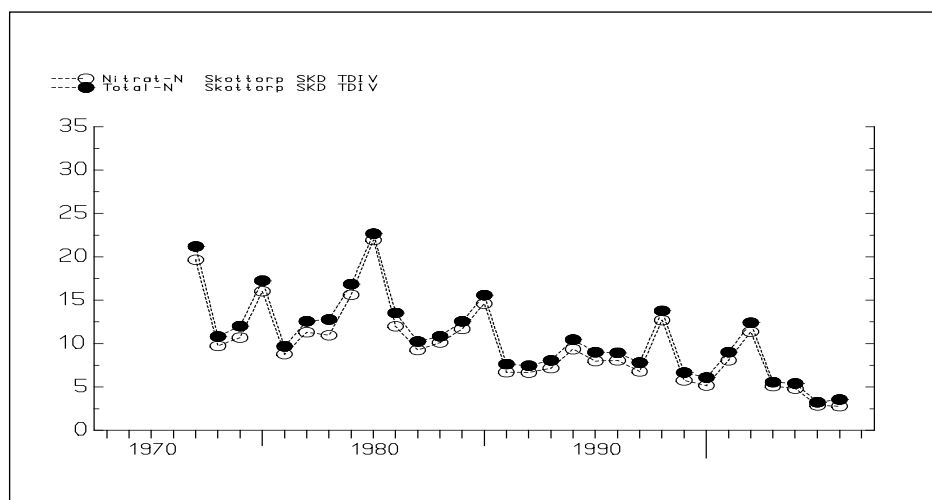
Hur skapar vi då en hållbar utveckling? Det är ingen

tvekan om att det är betydligt lättare att identifiera vad som inte är hållbart av det vi gör än det motsatta. Det finns också en tendens idag att definiera hela odlingssystem som den bästa lösningen för att komma tillrätta med uthållighetsbrister snarare än att sätta in specifika motåtgärder för specifika problem. 'Ekologisk odling' som av många anses som det bästa alternativet för en hållbar utveckling är exempel på detta. Många politiker och myndighetspersoner har aktivt bidragit till odlingsformens utveckling och spridning under senare år. I Sverige har man satt upp ett mål att år 2010 ska 20% av åkermarken vara ekologiskt odlad. Dessutom ska den offentliga upphandlingen av livsmedel till skolor, sjukhus och andra inrättningar till 25% bestå av ekologiska produkter. Detta trots att det inte finns något vetenskapligt stöd för att ekologiskt lantbruk bidrar till en hållbar utveckling eller nyttigare mat.

Nedan följer en kortfattad sammanfattning av några fältförsök där man jämfört konventionell och ekologisk odling med avseende på skörd och utlakning av kväve. Dessutom redovisas en kortfattad sammanfattning av vad som kan göras för att minska läckage av växtnäring från svenskt jordbruk.

## Skörd och utlakning av kväve i konventionella och ekologiska system

Försöksplatserna som redovisas här är belägna i Halland (Mellby) och Skåne (Bjarröd). Mellbyprofilen består av sand, medan Bjarrödprofilen är en lättlera. I rutor på Mellby har täckdikessystem installerats för utlakningsmätningar. De resultat som redovisas här från Mellby hänför sig till en ekologisk och en konventionell 6-årig växtföljd utan djur. På Bjarröd var de 6-åriga växtföljderna genomförda 3 gånger, d.v.s. den totala försöksperioden var 18 år och djur var inklude-



Figur 1. Nitrat-N (ofyllda symboler) och total-N (fyllda symboler) koncentrationer (mg/L) i dräneringsvatten från en sandjord i södra Sverige (Johansson & Gustafson, 2006).

rade. En detaljerad beskrivning av försöken har gjorts av Torstensson m.fl. (2006), samt Kirchmann m.fl. (2007).

Skördarna var alltid lägre i de ekologiska växtföljderna jämfört med de konventionella. På Mellby var den årliga medelskörden 6096 kg ts/ha i den konventionella växtföljden och endast 1951 kg ts/ha i den ekologiska. Motsvarande siffror var 6380 och 3130 kg ts/ha på Bjärröd, vilket överensstämmer med de siffror som redovisas i officiell svensk statistik. Den avsevärt lägre skörden på Mellby berodde huvudsakligen på att man under två år odlade gröngödslingsgrödor och följaktligen inte fick någon skörd alls av avsalugrödor, samt att det år man odlade potatis blev skörden mycket låg p.g.a. brunröta.

Den årliga kväveutlakningen i rutorna på Mellby var i medeltal 25 kg/ha från det konventionella odlingsystemet och 34 kg/ha från det ekologiska. Om man beaktar den avsevärt lägre skörden från det ekologiska systemet och uttrycker kväveutlakningen per skördad enhet istället för per ha, blir skillnaden mellan systemen ännu större, 4,1 (konv.) resp. 17,4 kg N/ton ts (ekol.).

### Reducerad kväveutlakning och därmed förbättrad uthållighet

Att man trots allt kommit en bra bit på väg när det gäller att reducera kväveutlakning från jordbruksmark visas i figur 1. I utlakningsvatten från ett observationsfält i södra Sverige har kvävehalterna sjunkit från drygt 20 mg/L under 1970-talet till under 5 mg/L idag. Detta har kunnat ske p.g.a. bruket av träff-

säkra motåtgärder som t.ex. fånggrödor, reducerad jordbearbetning, våtmarker mm, som alla bidrar till förbättrad uthållighet av jordbrukssystemen och kan genomföras utan att nämnvärt förlora i avkastning. Som resultaten ovan visar kan en övergång till ekologisk odling däremot inte förväntas vara en effektiv åtgärd för minskat kväveläckage och effekterna på skördeutbytet är betydande (Kirchmann & Bergström, 2008). Ekologisk odling leder dessutom ofta till brist på viktiga näringsämnen som fosfor och kalium, vilket ytterligare försämrar uthålligheten.

På individnivå kan 'känslan' få styra om man köper ekologiskt eller konventionellt producerade livsmedel, men på samhällsnivå bör fakta vägleda hållbarhetsarbetet.

### Referenser

- Johansson, G. & Gustafson, A. 2006. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäringens förluster för det agrohydrologiska året 2003/2004 samt en långtidsöversikt. Teknisk rapport 107. Swedish University of Agricultural Sciences, Div. of Water Quality Management, Uppsala.
- Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., Mattsson, L. & Gesslein, S. 2007. Comparison of Swedish long-term organic and conventional crop-livestock systems on a previously nutrient depleted soil. *Agronomy Journal* 99:960-972.
- Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) 2008. *Organic crop production - ambitions and limitations*, 243 pp. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Torstensson, G., Aronsson, H. & Bergström, L. 2006. Nutrient use efficiencies and leaching of organic and conventional cropping systems in Sweden. *Agronomy Journal* 98:603-615.

# Bærekraft i dyrkingssystemforsøket

Det er nå over 20 år siden det omfattende forsøket med dyrkingssystemer ble anlagt på Apelsvoll. I årenes løp har forsøket bidratt til å øke vår kunnskap i skjæringspunktet mellom landbruk og miljø. I 2009 ble Bærekraftig landbruk etablert som et strategisk satsningsområde i Bioforsk. Hvordan er bærekraften i dyrkingssystemene på Apelsvoll?

Audun Korsæth  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
audun.korsaeth@bioforsk.no

## Dyrkingssystemforsøket og bærekraft

En helhetlig bærekraftsanalyse er så langt ikke gjennomført for systemene som er med i det langvarige systemforsøket på Apelsvoll. I det følgende blir det fokusert på ett aspekt som er relevant mht. bærekraft: Endringer av jordas næringsstofflagre. I et system der det bortføres mer næringsstoff, gjennom salg av produkter og tap til miljøet, enn det som tilføres, skjer det en tæring på jordas næringslagre. Ei næringsrik jord kan ha relativt store lagre av både nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K), de tre kvantitativt viktigste plantenæringsstoffene. Tæring over tid vil imidlertid til slutt gjøre at næringslagrene blir for små til at en oppnår en tifredsstillende næringsforsyning av kulturplantene. Vi får avlingssvikt. Det motsatte er heller ikke ønskelig. Når det tilføres mer næring enn det fjernes, øker næringslageret i jorda. Dette gjør at risikoen for tap til miljøet øker (K har ingen direkte negative konsekvenser for miljøet slik N og P har, men unødvendige tap innebærer dårlig ressursutnyttelse).

En robust metode for å vurdere om et system tærer på eller bygger opp jordas næringslagre er å kvantifisere alle strømmer inn og ut av systemet, og sette opp en næringsbalanse. Næringsbalanser kan beregnes på ulike nivå. I tabell 1 er næringsbalanser beregnet på arealnivå for P og K (se Korsæth 2008 for N-balanser på areal- og gårdsnivå). Det betyr at alle strømmene av P og K inn og ut av hvert jordstykke er tatt med.

To hovedproduksjonstyper er representert i forsøket; åpen-åker-produksjon og kombinert korn- og melkeproduksjon. I den første gruppa er det med et konvensjonelt system som drives som i 1985, før miljø ble et sentralt tema i landbruket ("gammeldags"). Systemet høstpløyes. Til sammenligning er det med et

mer moderne system, der vi tar i bruk dagens kunnskap for å opprettholde produksjonen med minst mulig næringsavrenning. Dette omfatter bl.a. redusert jordarbeiding, fangvekst og delt gjødsling av hveten. Det siste systemet i åpen-åker-gruppa er et økologisk kornsystem, der eneste næringstilførsel kommer fra biologisk N-fiksering i ei kløvereng (grønngjødsling). Systemet vårpløyes.

I gruppa med kombinert korn- og melkeproduksjon er det med ett konvensjonelt system med 50 % eng i omløpet, og to økologiske systemer; ett med 50 % eng og ett med 75 % eng i omløpet. De to sistnevnte er antatt selvforsynt med fôr (bygget tenkes brukt som kraftfôr, med en kraftfôrandel på 20 %). Mengden husdyrgjødsel tilgjengelig beregnes ut fra samlet fôrproduksjon. I det konvensjonelle systemet selges alt kornet, og kraftfôr antas innkjøpt tilsvarende en kraftfôrandel på 25 %. Alle systemene i denne gruppa vårpløyes.

De tre konvensjonelle systemene hadde et årlig overskudd av P på 0,5-1,3 kg pr. dekar, mens de økologiske systemene tæret på jordas P-lager med 0,9-1,0 kg per dekar og år. Mønsteret var det samme for K, men både over- og underskuddene var her større (tabell 1). Resultatene viser altså at det gjødsles med for mye P og K i de konvensjonelle systemene, mens det tilføres for lite av disse næringsstoffene i de økologiske systemene i forsøket. I praksis ligger kraftfôrandelen i melkeproduksjonen høyere, med nesten 40 % i konvensjonelle systemer og rundt 30 % i økologiske. Mer innkjøpt fôr ville økt risikoen for overskudd i det konvensjonelle systemet. Økt forbruk av kraftfôr i de økologiske systemene ville redusert underskuddet på arealnivå noe. Det er imidlertid et mål å holde kraftfôrandelen lav ved økologisk produksjon.

Tabell 1. Fosfor- og kaliumbalanser for perioden mai 2001-april 2009 i dyrkingssystemforsøket på Apelsvoll

Dyrkingssystemer	Åpen-åker-produksjon			Korn/kjøtt/melkeproduksjon		
	Konvensjonell Gammeldags	Konv. Moderne	Økologisk Uten husdyr <sup>1</sup>	Konv. 50 % eng	Økologisk 50 % eng	Økologisk 75 % eng Bygg m/ gj. <sup>3</sup>
Vekstskifte	Hvete	Hvete m/fv. <sup>2</sup>	Hvete m/fv.	Hvete m/fv.	Hvete m/fv.	1. års eng
	Havre	Havre m/fv.	Havre+erter	Bygg m/gj.	Bygg m/gj.	2. års eng
	Bygg	Bygg m/fv.	Bygg m/gj.	1. års eng	1. års eng	3. års eng
	Potet	Potet	Kløvereng	2. års eng	2. års eng	
Fosforbalanse kg P/daa						
P i mineralgjødsel	3,1	3,2		1,6		
P i husdyrgjødsel				1,1	0,9	1,2
P i såvarer	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Sum P inn	3,4	3,5	0,1	2,7	0,9	1,2
Høstet P	2,5	2,1	1,0	2,1	1,9	2,1
Overflateavrenning	0,003	0,004	0,008	0,007	0,007	0,009
Grøfteavrenning	0,015	0,008	0,010	0,016	0,008	0,009
Sum P ut	2,5	2,1	1,0	2,2	1,9	2,1
Enkel P-balanse <sup>4</sup>	0,6	1,1	-1,0	0,5	-1,0	-0,9
P inn minus P ut <sup>5</sup>	0,9	1,3	-0,9	0,5	-1,0	-0,9
Kaliumbalanse kg K/daa						
K i mineralgjødsel	9,0	9,2		6,1		
K i husdyrgjødsel				9,0	7,3	10,2
K i såvarer	1,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,0
Sum K inn	10,5	10,7	0,1	15,1	7,4	10,2
Høstet K	8,4	6,2	1,08	10,5	8,3	11,3
Overflateavrenning <sup>6</sup>	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
Grøfteavrenning <sup>6</sup>	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
Sum K ut	9,3	6,8	1,9	11,4	9,0	12,0
Enkel K-balanse <sup>4</sup>	0,6	3,0	-1,1	4,6	-0,9	-1,1
K inn minus K ut <sup>5</sup>	1,2	3,8	-1,8	3,7	-1,6	-1,8

<sup>1</sup>Tall fra 2007 er ikke regnet med i gjennomsnittet for dette systemet, pga avlingskade. <sup>2</sup>fv. = fangvekst. <sup>3</sup>gj. = gjenlegg. <sup>4</sup>Tilført med mineral- og husdyrgjødsel minus det som er fjernet med avlinga (inkl. halm der det ble fjernet). <sup>5</sup>Siden alle hovedstrømmer er inkludert her, er differansen et uttrykk for endring i jordas næringslager. <sup>6</sup>Kalium ble ikke målt i grøfte- og overflateavrenning denne perioden, men satt lik målingene fra perioden 1990-1999

Resultatene viser at belgvekster i omløpet, eventuelt i kombinasjon med husdyrgjødsel fra egen gård, ikke er nok til å sikre en tilstrekkelig næringsforsyning alene. Et godt alternativ vil være å ta i bruk organiske restprodukter fra storsamfunnet som næringskilder, slik som kompost, matavfall, og biogassrest. Bruk av slike næringskilder vil bedre næringsstilførselen i en del økologiske omløp, samtidig som mennesket igjen vil kunne bli en naturlig del av næringskretsløpet (også på konvensjonelle gårder). Det gjenstår en del praktiske utfordringer, før en slik bærekraftig utvikling er på plass.

Dyrkingssystemforsøket er finansiert av Bioforsk, Landbruks og matdepartementet og Yara International ASA.

## Referanser

Korsæth, A. 2008. Relations between nitrogen leaching and food productivity in organic and conventional cropping systems in a long-term field study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127:177-188.

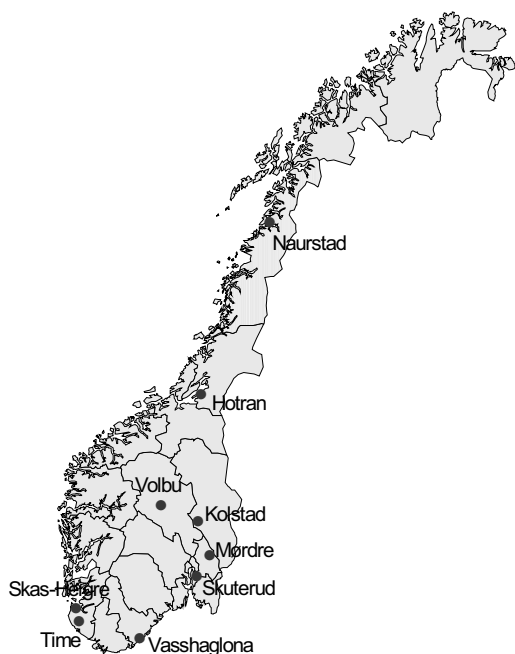
# Gjødsling i overvåkingsfeltene (JOVA) - tap av næringsstoffer

I de fleste feltene ser det ut til å være en nedadgående trend når det gjelder gjødslingsmengder, men i feltene betydelig husdyrproduksjon gjødsles det fortsatt mye.

Line Meinert Rød, Hans Olav Eggestad, Rikard Pedersen og Anne Falk Øgaard  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
line.meinert.rod@bioforsk.no

## Innledning

Program for Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) er et nasjonalt overvåkingsprogram som ble startet i 1992. Programmet administreres fra Bioforsk Jord & miljø, Ås, og finansieres av Statens landbruksforvaltning. JOVA omfatter måling av avrenning fra 9 jordbruksdominerte nedbørfelt som representerer ulike produksjoner og deler av landet. I de fleste nedbørfeltene som inngår i overvåkingen bistår bøndene med opplysninger om jordbruksdriften på skiftenivå. Her presenteres resultater fra de ulike feltene med fokus på gjødsling og tap av næringsstoffer.



Figur 1. Plassering av JOVA-feltene.

I løpet av de siste årene har det vært økt oppmerksomhet på de uheldige miljøkonsekvensene som følger av høy fosforavrenning til utsatte vann og vassdrag. I samme periode er innsatsen knyttet til fosforgjøds-

ling styrket betydelig. Som en følge av dette er nå normen for fosforgjødsling til korn, eng/beite og potet redusert med henholdsvis 30 %, 24 % og 22 % og det er utarbeidet en ny og nedjustert korreksjonskurve for fosforgjødsling i forhold til jordas P-AL-nivå ([www.bioforsk.no/gjodslingshandbok](http://www.bioforsk.no/gjodslingshandbok)). Etter de nye gjødslingsanbefalingene til korn og eng anbefales det å gjødsle med like mye fosfor som det fjernes med avlingene når P-AL er 5-7. Det er mye som tyder på at det gjødsles med fosfor en god del over norm i flere av feltene. Det ventes å se en ytterligere nedgang i fosforgjødslingen de kommende årene.

## Gjødsling i JOVA-feltene

Næringsstofftilførsler, både i form av mineral- og husdyrgjødsel, varierer betydelig mellom de ulike feltene (tabell 1). Bruk av husdyrgjødsel utgjør en betydelig andel i grasfeltene Naurstad, Volbu og Time, samt i Kolstad og Vasshaglona der jordbruksdriften er karakterisert av husdyr kombinert med åpen åker (Rød et al. 2009). I kornfeltene Skuterud og Mørde består næringsstofftilførselen nesten utelukkende av mineralgjødsel.

Husdyrtetthet i feltene er beregnet på grunnlag av tilført mengde husdyrgjødsel (spredd gjødsel og gjødsel fra beitedyr) i feltet hvert enkelt år. Det har vært en del endringer i husdyrtettheten i de siste årene. I de mer ekstensive feltene Naurstad og Volbu har det over tid blitt færre dyr, mens det i Kolstad har vært en betydelig økning i husdyrtettheten de siste årene (slaktegris). Det har det også i Vasshaglona, og også her er det økning i produksjon av slaktegris i tillegg til slaktekylling. I Timefeltet har det vært en noe mindre økning i husdyrtettheten, men husdyrtettheten er betydelig høyere enn i de fleste andre feltene. Gjennomsnittlig nitrogentilførsel i overvåkingsperioden (1991-2008) har variert mellom om lag 13 og 33 kg N/daa for de ulike feltene (jf. tabell 1). I 2008 var

Tabell 1. Gjennomsnittlig nitrogen- og fosforgjødsling (kg/daa) for hvert felt fordelt på mineralgjødning, husdyrgjødsling fra lager og fra dyr på beite for hele overvåkingsperioden (ca 1992-2008)

	Nitrogen (kg/daa)			Fosfor (kg/daa)				
	Mineralgjødning	Husdyrgj. fra lager	Husdyrgj. fra beite	Totalt	Mineralgjødning	Husdyrgj. fra lager	Husdyrgj. fra beite	Totalt
Skuterud	14,5	1,3	0,1	15,9	2,1	0,4	0,0	2,5
Mørdre	11,7	1,0	0,1	12,7	2,0	0,3	0,0	2,3
Kolstad	12,3	4,0	0,3	16,6	1,6	1,1	0,1	2,8
Naurstad	8,5	4,3	0,5	13,2	1,2	1,0	0,1	2,3
Volbu	6,7	3,4	2,7	12,8	0,9	0,8	0,5	2,2
Time	16,7	12,2	4,3	33,2	0,7	2,9	0,8	4,4
Vasshaglona	16,3	4,2	0,2	20,7	3,6	1,6	0,0	5,2

total nitrogentilførsel per dekar jordbruksareal størst i Time (intensiv husdyrproduksjon), med tilførsler på om lag 33 kg N/daa. Ved vurdering av tilførte mengder nitrogen i form av husdyrgjødsling er det enkelte forhold som bør tas i betraktning. En del av nitrogenet i husdyrgjødsling er organisk bundet, og er derfor ikke direkte plantetilgjengelig.

Gjennomsnittlig fosfortilførsel i overvåkingsperioden (1991-2008) varierte mellom om lag 2,2 og 5,2 kg P/daa i de ulike feltene (jf. tabell 1). Totale fosfortilførsler i 2008 var størst i Vasshaglona, Time og Kolstad. I alle disse feltene utgjorde spredning av husdyrgjødsling en betydelig andel. Totale tilførsler i Vasshaglona var på om lag 5,6 kg P/daa, mens det i Time og Kolstad ble tilført hhv. 4,8 og 4,0 kg P/daa. I Time utgjorde fosfor i husdyrgjødsling om lag 96 % av totale fosfortilførsler. Totale tilførsler i Volbu var 1,8 kg P/daa i 2008, hvorav husdyrgjødsling utgjorde 53 %. Fosfor i husdyrgjødsling har samme plantetilgjengelighet som fosfor i mineralgjødning, så ved beregning av gjødslingsbehov brukes det ingen korreksjonsfaktor for fosfor i form av husdyrgjødsling.

I de feltene med ekstensiv grasproduksjon (Naurstad og Volbu) har vært det en nedadgående trend når det gjelder gjødslingsmengder, men i de feltene det er betydelig husdyrproduksjon gjødsles det fortsatt mye, og husdyrgjødsling utgjør der en større andel enn tidligere.

### Tap av næringsstoffer til vassdrag

Konsentrasjoner av næringsstoffer i jordbruksbekkene blir påvirket av driftspraksis i nedbørfeltene. Spredetidspunkt og værdata er viktige faktorer som kan påvirke om næringsstoffene i gjødsling havner i vass-

dragene eller ikke. Det er stor variasjon i avrenning mellom nedbørfeltene. Gjennomsnittlig årsavrenning varierer fra om lag 300 mm i Volbufeltet til omlag 1200 mm i Vasshaglona. For alle feltene skjer største andel av total årsavrenning utenom vekstsesongen, i perioden oktober - april. Resultatene fra overvåkingen viser at høy avrenning fører generelt til høye nitrogentap (Rød et al. 2009).

Blant kornfeltene har Kolstadbekken de høyeste nitrogenkonsentrasjonene. Det blir spredt forholdsvis mye husdyrgjødsling om høsten i Kolstad (i gjennomsnitt 10 %, men det har vært registrert opp til 35 %), og de høyeste nitrogenkonsentrasjonene blir generelt målt i november. Dette kan være en årsak til de høye nitrogenkonsentrasjonene. De laveste nitrogenkonsentrasjoner blir målt i Naurstadbekken. Mye nedbør og en stor andel utmark bidrar til fortykning av avrenningen fra dette feltet.

De høyeste fosforkonsentrasjonene måles i Mørdrebekken, Skuterudbekken, Hotranelva og Vasshaglona. Dette er felter med åpen åker som har høyere erosjonsrisiko og dermed ofte høyere fosforkonsentrasjoner i avrenningen sammenliknet med avrenning fra eng og beite. I Vasshaglona er det jevnt over høye P-AL-tall i jorda, samtidig som det gjødsles mye til fosfor.

### Referanser

Rød, L.M., Pedersen, R., Deelstra, J., Bechmann, M., Eggstad, H.O. & Øgaard, A.F. 2009. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Årsrapport for 2008/2009 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk Rapport 4(165). Under trykking.



# Transport av næringsstoffer gjennom jorda

Drenering av jordbruksarealer fører til at jord og næringsstoffer tapes gjennom jorda. Målinger av overflate- og grøfteavrenning i ti småfelter og rutefelter på Østlandet og i Trøndelag viser at 68-97 % av nitrogen, 11-91 % av fosfor og 5-95 % av jordtapet skjer gjennom grøftene.

Sigrun H. Kværnø og Marianne Bechmann  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
sigrun.kvaerno@bioforsk.no

## Introduksjon

Kunnskap om hvordan vann, partikler (SS), fosfor (P) og nitrogen (N) fordeler seg på grøfte- og overflateavrenning i norske jordbruksarealer er nødvendig for å kunne si noe om effekter av tiltak mot landbruksforurensing. De viktigste kildene til informasjon om dette er lengre måleserier i ulike områder, gjennomført av Bioforsk og Universitetet for Miljø og Biovitenskap fra 1980-tallet fram til i dag. De mest omfattende dataene kommer fra ti små nedbørfelter og ruteforsøk der målinger av SS, P og N i avrenning har blitt foretatt i både grøfte- og overflatevann over en lengre tidsperiode. Dette datamaterialet er nå sammenstilt i en rapport (Kværnø og Bechmann, 2010), og formålet med dette har vært å øke forståelsen av transportveier for jord- og næringsstoffer, og kvantifisere fordelingen mellom grøfte- og overflatevann. Vi presenterer her en oppsummering av hovedresultater fra denne rapporten.

## Materialer og metoder

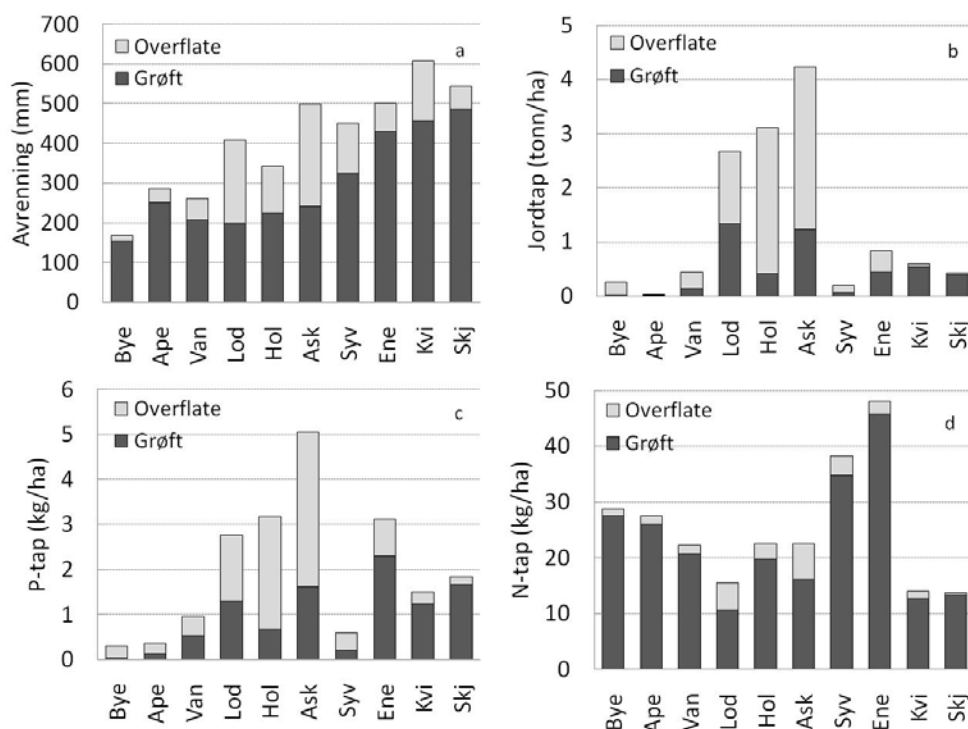
De ti feltene ligger på marin leire i Trøndelag (Kvithamar, Skjetlein) og på Østlandet (Vandsemb, Lodding, Holt, Askim, Syverud, Enerstujordet), og på moreneletteleire på indre Østlandet (Bye, Apelsvoll). Fire av feltene er planert (Lodding, Holt, Askim og delvis Vandsemb). Feltene varierer i størrelse fra 0,0075 ha til 9 ha. Det er varierende topografiske forhold (helningsgrad 0 - 20 %, helningslengde 20 - 300 m) og grøfteintensiteter (dybde 0,6 - 1 m, avstand 4 - 10 m). I alle feltene dyrkes hovedsakelig korn, med innslag av eng, fôrvekster, potet og fangvekst noen steder. Både høstpløying og jordarbeiding er representert, og i noen felter har det vært tilført husdyrgjødsel. Dataene som presenteres er innhentet fra JOVA-databasen ved Bioforsk, og fra rapporter og vitenskapelige artikler. Vi legger her mest vekt på å presentere gjennomsnittsverdier for avrenning og tap for de totale måleperiodene, men variasjon mellom

år, sesongvariasjon og effekter av jordarbeiding, vekst og gjødsling har også vært studert.

## Resultater og diskusjon

Nedbør varierte mellom 598 og 927 mm/år, og avrenning mellom 169 og 607 mm/år, med minst nedbør og avrenning i innlandsfeltene Bye og Apelsvoll ved Mjøsa, og mest i feltene Skjetlein og Kvithamar i Trøndelag. Målt avrenning utgjorde 28 - 66 % av nedbøren. 50-90 % av avrenningen gikk gjennom grøftene (figur 1a). Apelsvoll og Bye, hadde størst avrenning gjennom grøftene (ca. 90 %) på grunn av små nedbørsmengder og lett, moldholdig jord med relativt god infiltrasjonsevne. Det var minst andel grøfteavrenning (50-65 %) fra de planerte feltene Lodding, Holt og Askim, ettersom jordstrukturen er dårlig med lav infiltrasjonskapasitet. Uplanerte felter på marine avsetninger i Trøndelag og på Østlandet hadde 70-90 % grøfteavrenning. Variasjonen mellom disse feltene var resultat av forskjeller i f.eks. helning, jordsmonn, klima og drift.

Alle feltene hadde jordtap både på overflaten og gjennom grøftene (figur 1b). Det gjennomsnittlige jordtapet varierte mellom 30 kg SS/ha/år (Apelsvoll) og 4000 kg/ha/år (Askim). De planerte feltene hadde de høyeste jordtapene (>2000 kg SS/ha/år), hvorav 20-50 % gikk gjennom grøftene. På de ikke-planerte feltene på marine avsetninger på Østlandet kom 30-50 % av jordtapet gjennom grøftene, mens over 90 % av jordtapet fra feltene i Trøndelag skjedde gjennom grøftene. Betydelig jordtap gjennom grøftene i både planerte og uplanerte felter kan tilskrives transport i makroporer, særlig bioporer i Trøndelagsfeltene og sprekker i det planerte Lodding-feltet. Morenefeltene rundt Mjøsa, Apelsvoll og Bye, hadde stort sett meget små jordtap, både gjennom grøfter og via overflateavrenning. Den lange tidsserien på Bye inkluderte imidlertid flere ekstreme episoder med høye partik-



Figur 1. Avrenning, jord-, P- og N-tap via grøfte- og overflateavrenning i ti feltene på Østlandet og i Trøndelag. Bye = Bye Ape = Apelsvoll, Van = Vandsemb, Lod = Loding delfelt, Hol = Holt, Ask = Askim, Syv = Syverud, Ene = Enerstujordet, Kvi = Kvithamar, Skj = Skjetlein.

kelkonsentrasjoner i overflateavrenning.

Fosfortapene varierte mellom 300-5000 g TP/ha/år (figur 1c). Forskjellen i P-tap mellom feltene avspeilte delvis forskjellen i jordtap: det var det minst P-tap fra morenejord ved Mjøsa (310-360 g TP/ha/år) og størst P-tap fra planert leirjord i Askim (5 kg TP/ha/år). Andelen P-tap gjennom grøftene viste meget stor spredning for de ulike feltene og utgjorde 10-90 % av de totale P-tap. Det var to grupper av felt med høye P-tap: De planerte feltene, med høyest P-tap via overflateavrenning (53-79 %), og uplanerte felt med husdyrgjødsel, Enerstujordet, Kvithamar og Skjetlein, med høyest P-tap gjennom grøftene (74-91 %). Feltene med lave P-tap fordelte seg også på to grupper: På Syverud i Ås og morenefeltene ved Mjøsa kom 10-36 % av P-tapene via grøftene, mens på delvis planerte Vandsemb kom 56 % via grøftene. På Vandsemb var det brukt husdyrgjødsel. Nitrogentapene varierte mellom 14 og 48 kg TN/ha/år, med høyest tap på uplanerte feltene i Ås og morenefeltene, og lavest tap på de uplanerte feltene i Trøndelag (figur 1d). Det var mindre variasjon mellom feltene i hvordan N-tap fordelte seg på grøfte- og overflatevann enn det var for jord- og P-tap. På alle de uplanerte feltene og det delvis planerte Vandsembfeltet skjedde over 90 % av N-tapet gjen-

nom grøftene. På de planerte feltene var andelen til grøftene mindre (68-88 %), for en større del av vannet rant av på overflata uten å være i kontakt med jordmatriks der mobilt N fins.

Effekter av drift var vanskelig å kvantifisere vha. det studerte datamaterialet, med unntak av forskjeller ved jordarbeiding høst og vår. Sammenliknet med høstpløying, førte jordarbeiding om våren til 1) økt overflateavrenning på uplanerte felt grunnet lavere infiltrasjonskapasitet høst og vinter, og redusert overflateavrenning på planerte felt pga. bedre beskyttelse mot nedbryting av strukturen, 2) lavere jordtap og partikkelkonsentrasjoner i alle felt, i både grøfte- og overflatevann, med størst reduksjon på planert jord, 3) stort sett lavere P-konsentrasjoner og -tap, pga. lavere jordtap, 4) stort sett lavere N-konsentrasjoner og -tap, muligens pga. mindre mineralisering om høsten, og 5) relativ effekt var som regel høyere mht. tap via overflateavrenning enn mht. tap via grøftene.

## Referanser

Kværnø, S. & Bechmann, M. 2010. Transport av jord og næringsstoffer i overflate- og grøftevann. Sammenstilling av resultater fra rutefelter og småfelter i Norge. Bioforsk Rapport 5(30).

# Can we simulate runoff from agriculture-dominated watersheds? Comparison of the DrainMod, SWAT, HBV, COUP and INCA models applied for the Skuterud catchment

A good understanding of the hydrology and its implementation in models is a prerequisite to facilitate decision making relative to the implementation of water management - and farming practices. This paper presents the results of the application of 5 hydrological models in the Skuterud catchment.

Johannes Deelstra<sup>1</sup>, Csilla Farkas<sup>1</sup>, Alexander Engebretsen<sup>1,2</sup>, Sigrun H. Kværnø<sup>1</sup>, Stein Beldring<sup>3</sup> and Alicja Olszewska<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk; <sup>2</sup>University of Oslo; <sup>3</sup>NVE; <sup>4</sup>University of Gdansk  
johannes.deelstra@bioforsk.no

## Introduction

The Skuterud catchment, located in south eastern Norway was chosen as the pilot area for model comparison studies. Skuterud catchment is since 1993 part of JOVA - the Norwegian Agricultural Environmental Monitoring Programme. The catchment is located in south-eastern Norway. The total area is 450 ha, arable land constitutes 61%, forest covers 29%, while the rest is urban area (8%) and bog (2%). A large data base containing detailed information about runoff, nutrient and soil loss is available in addition to data on farming practices, soil physical and chemical properties and meteorological data. (Deelstra *et al.* 2005). Five different dynamic mathematical models were parameterised, calibrated and validated and compared with respect to i) spatial resolution, ii) the processes considered, iii) data and parameters required, iv) initial and boundary conditions and v) goodness of fit to the measured runoff at the catchment outlet. Two of the models - Drainmod (Skaggs 1990) and Coup (Jansson & Karlberg 2004) are profile-based, while the HBV (Sælthun 1996), INCA (Butterfield *et al.* 2008) and SWAT (Arnold *et al.* 2002) - are catchment models. The models also differ in complexity and in their differentiation of different flow processes like surface- subsurface and groundwater runoff not. The comparison of the main processes incorporated in the five models is given in Table 1.

## Models harmonisation and parameterisation

The models were harmonised for the Skuterud

catchment by i) using the same driving meteorological variables, ii) defining common initial and lower boundary conditions and iii) synchronising the input data and parameters, using the information available for the Skuterud catchment. The model output was compared with the measured runoff at the catchment outlet. Nash-Sutcliffe statistics (N-S) was used for model evaluation. In case of distributed models one simulation consisted of one model run, while the profile-based models were run separately for agricultural and forest areas. In the latter case, the total runoff was obtained by calculating the area weighted average runoff from Drainmod and Coup. The models were run for the period between January 1, 1993 and December 31, 2007. The year 1993 was considered as a "warming up" period to eliminate initial bias. The calibration and validation periods were defined from 1 January 1994 to 31 December 1999 and from 1 January 2000 to 31 December 2007, respectively. The simulation exercise started with model validations, when all the input data and model parameters were synchronised in the five models. Furthermore, the models were calibrated individually by tuning on model parameters to minimise the difference between the measured and simulated runoff.

## Results

Figure 1 presents N-S statistics, based on the simulations for the period from 1994 - 2007 comparing the measured and simulated runoff data on a daily, weekly, monthly and yearly base. Model performances, in general, improved when integrating the results over longer time periods. This indicates that in case the

Table 1. Comparison of the five different models with respect to hydrological processes

Model layer		Processes	DrainMod	Coup	HBV	INCA	SWAT
Above ground vegetation zone		Precipitation	Driving	Driving	Driving	Driving	Driving
		Snow dynamics/snowmelt	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated
Unsaturated zone	Soil surface	Evapotranspiration	Calculated	Calculated	Calculated	Indirectly	Calculated
		Surface runoff	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Indirectly
	Infiltration	Calculated	Calculated	Indirectly	Indirectly	Indirectly	
		Bypass/ macropore flow	NO	Calculated	Indirectly	NO	Calculated
		Plant water uptake	Calculated	Calculated	Indirectly	Indirectly	Calculated
		Soil water redistribution	Calculated	Calculated	Calculated	NO	Uniform
		Water flow in frozen soil	Calculated	Calculated	Calculated	NO	at saturation
		Lateral flow to stream	NO	NO	Calculated	Calculated	Calculated
		Subsurface drainage flow	Calculated	Calculated	NO	Indirectly	Indirectly
		Percolation to sat. zone	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated
		Lateral inflow	Parameter	Parameter	NO	NO	NO
	Saturated zone	Capillary rise to unsat. zone	Calculated	Calculated	Calculated	NO	Indirectly
Recharge to deep aquifer		NO	NO	NO	NO	Calculated	
Base flow		NO	NO	Calculated	Calculated	Calculated	

daily runoff dynamics was not simulated satisfactorily, the total amount of water leaving the catchment within a week or monthly period was estimated quite well. In some cases the yearly statistics were worse compared to the monthly and weekly periods, most probably because these time series were too short.

## Discussion and conclusions

In overall, good agreement between the measured and simulated values was obtained for the different models when integrating the results over a week or longer periods. However efforts have to be made to obtain improved results on a daily basis, especially

as models are potentially useful tools in assessing the possible consequences of climate change on hydrology, nutrient and soil loss. A prerequisite for the further improvement of hydrological modelling for mixed catchments (agricultural and forested) is the availability of data on soils in addition to important elements of the water balance (evapotranspiration, runoff) for forested areas. Hydrological pathways are important in the transport of soil and nutrients and some of the applied models do simulate both surface and subsurface runoff. However improved information on the relative contribution of the different runoff components at catchment scale is of utmost importance to be able to calibrate these models.

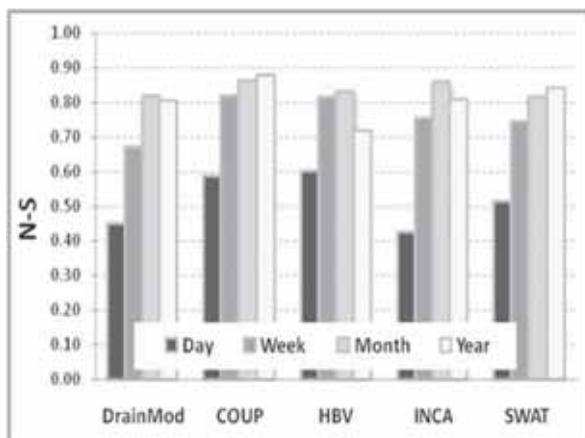


Figure 1. Nash-Sutcliffe statistics for various time periods and different models.

## References

- Arnold J.G., Williams J.R., Srinivasan R., Neitsch J.G. & Kiniry J.R. 2002. Soil and Water Assessment Tool, User's Manual (<http://swatmodel.tamu.edu/>).
- Butterfield, D., Wade A.J. & Whitehead, P.G. 2008. INCA\_N v1.9 User Guide. University of Reading.
- Deelstra, J. *et al.* 2005. A general description of the Skuterud catchment. Jordforsk Rep. 61/05.
- Jansson, P-E. & Karlberg, L. 2004. Coup Manual (<http://www.lwr.kth.se/vara%20datorprogram/CoupModel/index.htm>).
- Skaggs, R. W. 1990. DRAINMOD User's Manual. North Carolina State University, Raleigh ([http://www.bae.ncsu.edu/soil\\_water/drainmod/](http://www.bae.ncsu.edu/soil_water/drainmod/)).
- Sælthun, N.R. 2006. The "Nordic" HBV model. NVE publications No. 07.

# Redusert jordarbeiding - omfang, fordeler og ulemper

Mer enn 50 % av kornarealet drives nå med redusert jordarbeiding. I mange vannforekomster må dette økes ytterligere for at vi skal nå vannkvalitetsmålene. Redusert jordarbeiding er fordelaktig med hensyn til jorderosjon, energiforbruk og tap av klimagasser. Økt forekomst av mykotoksiner i korn er nå den mest alvorlige ulempen.

Svein Skøien

Bioforsk Jord og miljø, Ås  
Svein.skøien@bioforsk.no

## Innledning

Uttrykket redusert jordarbeiding er mest relevant i de store korndyrkingsområdene. Enkelt sagt innebærer det jordarbeidingsmetoder uten høstpløying. Ved omleggingen til et nærmest ensidig korndyrkingssystem ble det vanlig å høstpløye alt kornareal. I ettertid ble man oppmerksom på at landbrukspolitikken hadde betydning for jorderosjon (Lundekvam *et al.* 2003).

Jordarbeiding er arbeidskrevende og energikrevende, landbruksforskere ble tidlig opptatt av å minimere jordarbeidinga. Vår tradisjon er sterkt påvirket av amerikansk forskning hvor det etter 2. verdenskrig var sterkt fokus på jorderosjon. Den universelle jordtaplikningen USLE ble utviklet i USA og har blitt brukt her i landet til å anslå erosjonsfare ved ulike jordarbeiding. Erosjonsrisikokart brukes av landbruksforvaltningen for å målrette og differensiere tilskudd til ulike former for redusert jordarbeiding.

Fokus på erosjon og avrenning til vassdrag har økt etter innføringen av vanddirektivet. Bruken av miljøtilskuddene i Regionalt miljøprogram målrettes for å oppfylle målsettingene i vanddirektivet. I noen vannområder er det også innført forskrifter med begrensinger for jordarbeidinga. Vi ser altså for første gang at det brukes juridiske virkemidler for å regulere jordarbeidingsmetoder. I forvaltningsplaner og tiltaksprogram som er utarbeidet er redusert jordarbeiding viktig tiltak i vannområdene på Østlandet ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)).

Jordarbeiding har også betydning for landbrukets utslipp av klimagasser. Redusert jordarbeiding fører til mindre nedbrytning av organisk materiale og dermed til mindre tap av CO<sub>2</sub> fra jorda. Landbruks- og matdepartementet vurderer ytterligere juridiske vir-

kemidler for å styre jordarbeidingspraksisen i en mer klimavennlig retning (St.meld. 39).

NLH og Bioforsk har utført feltforsøk med måling av erosjon fra ulike jordarbeidingsystemer. Siden forsøkene startet på 1980-tallet har det vært en betydelig utvikling i metoder og redskapstyper i det praktiske landbruket. Det er derfor fortsatt behov for målinger av erosjon og avrenning i forhold til dagens aktuelle redskaper og metoder.

## Omfang

Det er en viss interesse for redusert jordarbeiding i grasdyrking, men det er som nevnt mest relevant for korndistriktene. Statistikken for jordarbeiding er basert på søknader i regionalt miljøprogram, og dette varierer mellom fylkene. De største kornfylkene har ordninger med tilskudd til redusert jordarbeiding. En stor andel av bøndene søker på disse, slik at statistikken derfor blir tilnærmet riktig.

Areal med korn og oljevekster til modning utgjorde i 2008 om lag 3,13 mill. dekar. Tall fra tilskuddordningen viser at areal som ligger i stubb over vinteren har økt fra 37 % av kornarealet i 2000 til 51 % i 2008 (Statistisk sentralbyrå 2009). I sårbare vassdrag som er med i første planperiode i Vanddirektivet er det innført forskrift som krever at minst 60 % av foretakets areal skal overvintre uten jordarbeiding. Det er dermed forventet at andelen redusert jordarbeiding vil øke.

Tradisjonell jordarbeiding med høstpløying har med andre ord blitt mindre vanlig i kornområdene. Det er imidlertid en stor andel høstkorn i de store kornfylkene; samlet ca 14 % i 2007, men med stor variasjon fra år til år. Pløying er fortsatt vanlig før såing av høstkorn.

Det er en rekke tiltak som har til hensikt å begrense forurensing fra jordbruket, og spesielt erosjon og avrenning. Jordarbeiding må vurderes i sammenheng med andre tiltak, som buffersoner, fangvekster, hydrotekniske tiltak, m.m. I Regionalt miljøprogram (RMP) gis tilskudd til:

- Arealer som ikke jordarbeides om høsten. Gjelder korn, oljevekster, erter. Det skal ikke jordarbeides før 1. mars neste år
- Direktesådd høstkorn
- Lett høstharving med eller uten såing av høstkorn
- Fangvekster
- Grasdekte vannveger og buffersoner mot vassdrag

### Fordeler

Det er omfattende dokumentasjon som viser at redusert jordarbeiding er det meste effektive tiltaket mot jorderosjon (Lundekvam 2007).

Avrenning av fosfor er nært knyttet til jordtapet. Det er dermed generelt slik at redusert jordarbeiding også fører til redusert tap av fosfor. Uten pløying dannes det et toppsjikt med anrikning av organisk materiale og fosfor fra gjødsel. I en del forsøk er det vist at dette fører til en økning i avrenning av løst fosfor (Ulèn *et al.* 2010).

Virkning av avrenning av nitrat er ikke så klar. Jordarbeiding fører til økt mineralisering, og dermed til større risiko for tap av nitrogen. Ved dårlig etablering av plantedekke ved redusert jordarbeiding er det målt økt avrenning av nitrogen etter redusert jordarbeiding.

Langvarige forsøk har vist at avlingsnivået for vårkorn kan opprettholdes ved redusert jordarbeiding. Dette forutsetter at ugraset bekjempes med sprøyting (Riley 2006).

En stor andel av arbeidskostnadene og energiforbruket er knyttet til pløyinga. Redusert jordarbeiding gir betydelig lavere arbeidskostnader og energiforbruk.

Praktisk erfaringer og målinger i langvarige forsøk viser endringer i jordstrukturen ved redusert jordarbeiding. Jorda får blant annet bedre strukturstabilitet, men høyere tetthet. Dette påvirker luftveksling, mineralisering og jordtemperatur. Virkningene på jord av ulike jordarbeidingsystemer er referert oversiktlig i Bechmann og Børresen (2007).

### Ulemper

I storskalaforsøk har det viste seg at avlingsnivået ved redusert jordarbeiding til høstkorn er noe varierende. Det er en viss avlingsreduksjon, og en betydelig reduksjon ved direkte såing. (Riley *et al.* 2009).

Plantesykdommer er ikke særlig mer utbredt ved direktesåing og redusert jordarbeiding enn ved pløying. Det er likevel grunn til å være oppmerksom på soppsykdommer som kan overvintre på halmrester. Redusert jordarbeiding øker risiko for overføring av *Fusarium* og utvikling av mykotoksiner i korn (Hofgaard *et al.* 2009).

Pløying bekjemper rotugras effektivt. Ved redusert jordarbeiding har man ikke denne muligheten. Sprøyting mot ugras er en viktig forutsetning ved redusert jordarbeiding. I praksis er ikke ugras et avgjørende problem ved konvensjonell dyrking, men setter selvsagt en begrensning for redusert jordarbeiding ved økologisk dyrking.

Redusert jordarbeiding gir kaldere jord og utsatt såtid vår og høst. Dette, sammen med problemer med å så i halmrester er grunner til at direktesåing til høstkorn er svært lite praktisert.

### Referanser

- Lundekvam, H. 2007. Plot studies and modeling of hydrology and erosion in southeast Norway. *Catena* 71:200-209.
- Lundekvam, H., Romstad, E. & Øygarden, L. 2003. Agricultural policies in Norway and effects on soil erosion. *Environmental Science & Policy* 6:57-67.
- Riley, H., Bakkegard, M. & Lindemark, P.O. 2009. Kostnadseffektiv høstkorndyrking: Avlinger i storskalaforsøk 2003-2006 og langvarige jordarbeidingsforsøk 1998-2007. *Bioforsk FOKUS* 4(1):29-37.
- Riley, H. 2006. Recent results and trends over time with conservation tillage on morainic loam soil in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Plant and Soil Science*, 56:117-128.
- Bechmann, M & Børresen, T. 2007. Jordarbeiding om våren. *Bioforsk Rapport* 2(51):29s.
- Hofgaard, I.S., Brodal, G., Elen, O., Aamodt, H.U. & Klemsdal S. 2009. Innhold av mykotoksiner i havre og vårhvete 2006-2008. *Bioforsk FOKUS* 4 (2):92-93.
- Statistisk sentralbyrå 2009. Jordbruk og miljø. Tilstand og utvikling 2009. SSB Rapporter 2009/37.
- Landbruks- og matdepartementet. Klimautfordringene - landbruket en del av løsningen. St.meld.nr. 39 (2008-2009).
- Ulèn, B., Aronsson, H., Bechmann, M., Krogstad, T., Øygarden, L. & Stenberg, M. Soil tillage measures against phosphorus erosion and leaching and potential side-effects - a Scandinavian review. In press.

# Kostnadseffektivitet av tiltak i jordbruket

Kostnadseffektivitet av tiltak for redusert fosforavrenning er vurdert i et prosjekt av Bioforsk og NILF. Tiltak omfatter redusert jordarbeiding, redusert fosforgjødsling og fangdammer. Kostnadene er basert på fokusgrupper, spørreundersøkelse samt rådgivning blant bønder i kornområder på Østlandet.

Karen Refsgaard<sup>1</sup> og Marianne Bechmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, <sup>2</sup>Bioforsk Jord og miljø, Ås  
karen.refsgaard@nilf.no

## Innledning

EUs Rammedirektiv for Vann (RDV) legger føringer for forvaltning av vannressursene i Norge. Innen 2015 skal de vannområdene som inngår i første planperiode ha oppnådd god kjemisk og økologisk status. NILF og Bioforsk har sett på kostnadseffektivitet på foretaksøkonomisk nivå og på regionalt nivå for gjennomføring av ulike tiltak mot fosforavrenning fra jordbruket for kornproduksjon på Østlandet.

## Metode og datagrunnlag

Beregninger av kostnadseffektivitet av tiltak mot fosfortilførsler til vann og vassdrag baseres på to estimater: 1) vurdering/beregning av kostnader ved gjennomføring av tiltak og 2) vurdering av effekten av tiltakene på fosfortransporten. Både tiltakseffekter og kostnader kan variere med klima, dyrkingssystem, jordtype, terreng, men kostnader kan også variere med eksisterende ressurser på gården, arbeid utenfor og bondens holdninger og vurdering av risiko m.m. Derfor analyserer vi i prosjektet kostnadseffektivitet under ulike agronomiske og naturgitte forhold. Vannområdene Morsa, Haldenvassdraget, Pura og Leiravassdraget var valgt ut som studieområder da de representerer bredden i de to fylkene med hensyn til vannkvalitet og jordbruk.

## Resultater

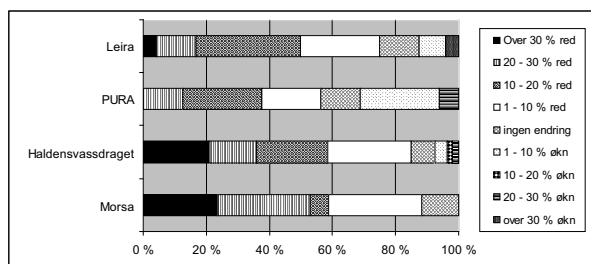
Det er vist foreløpige resultater fra både fokusgrupper, rådgivning og spørreundersøkelse. Spørreundersøkelsen dekker svar fra ca. 500 bønder i de fire vannområdene. Svarprosenten vil ligge på mellom 40 % og 50 % og dekke mellom 30 % og 65 % av totalt jordbruksareal i de pågjeldende nedbørsfelt. Studien omfatter ulike tiltak for å redusere avrenning av fosfor til vann, blant annet redusert jordarbeiding og redusert gjødsling. Effekten av tiltakene varierer avhengig av jordtype, terreng, klima og dyrkingssystem og er oppgitt i kg P/daa.

## 1 Redusert jordarbeiding - fra spørreundersøkelsen

Det har vært gjennomført tiltaksanalyser i de fire utvalgte nedbørsfelt. Nedbørsfeltene varierer i størrelse mellom om lag 250 km<sup>2</sup> og 1600 km<sup>2</sup>. Jordbruksarealet utgjør mellom 12 % og 19 % av totalarealet. Jordbrukets bidrag til dagens fosfortilførsler til vassdragene utgjør om lag halvparten av de totale tilførslene. Spørsmål om status for avlingsnivå ligger på tilnærmet like nivåer med liten variasjon for de som har svart og på litt lavere nivå enn hva forsøk viser. For overgang fra høstpløying til høstharving for høstkorn ser en at for de tre av vannområdene forventes det for en stor del av bøndene en avlingsreduksjon på mellom 0 % og 20 % og at bøndene i Pura forventer den laveste reduksjonen i både avlinger og DB, se figur 1. Det er også en tendens til at alle vannområder bortsett fra Morsa forventer relativt lavere reduksjon i DB enn i avling. Mange rapporterer at de har investert i stubbharv 30 000 til 100 000 og noen færre at de har investert i direktesåmaskin eller andre maskiner. Mellom 80 % og 90 % av bøndene forventer mellom ingen og 20 % reduksjon i vårkornavling om de må slutte å pløye eller harve på høsten. Ca. 20 % forventer økt og andre 40 % ingen endring i arbeidsforbruk. Ca. 50 % av Morsabøndene forventer ingen endring eller økning i dekningsbidrag ved overgang til vårkorn uten høstarbeid. 30 % av bøndene i Morsa oppgir at de ikke bruker pløgen mot under 10 % av de øvrige. 60 % av brukene har fra 5-50 % av hele inntekten fra gården, men av total arbeidsmengde utføres en større andel på gården.

## 2 Kostnadseffektivitet - resultater fra fokusgrupper

Resultater for kostnadseffektivitet på foretaksøkonomisk nivå fra fokusgrupper viser at det i noen tilfelle er lønnsomt å drive med redusert jordarbeiding. For både Pura og Morsa vannområder er den mest kostnadseffektive måten å redusere avrenning på å fokusere på de arealer i høyest erosjonsklasse. Gene-



Figur 1. Spørsmål "Hvor mye endrer DB seg på ditt jordbruksareal ved skifte fra høstpløying til høstharving?"

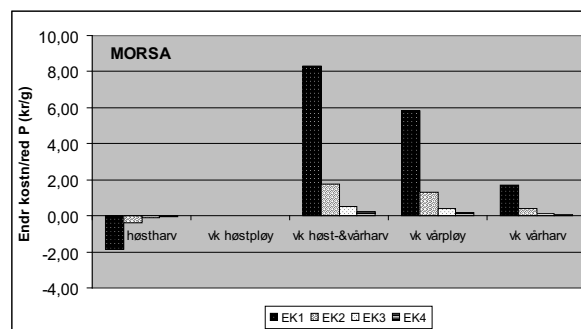
relt har vi erfart gjennom våre fokusgruppesamtaler samt diskusjon med rådgivning at redusert jordarbeiding krever bedre agronomi dvs. bedre ekspertise, ny kunnskap og motivasjon. Om disse forholdene er oppfylt kan en oppnå gode resultater og evt. bedre resultater enn for tradisjonell jordarbeiding. Blant andre harving på høsten er relativt lønnsomt i flere av områdene. Det er stor forskjell i harving og dermed stor variasjon i dette tilfellet.

I tabell 1 er vist aggregerte beregninger for følgende tiltakspakker basert på fokusgruppedata:

- Dagens status har 85 700 daa korn, hvor det er stubb som vårpløyes i EK4, EK3 og noe EK2, mens det er høstpløyd høstkorn i EK1 og noe EK2.
- Med data fra fokusgruppene er det nettoinntjening ved overgang fra høstpløyd til høstharvet i EK2 forutsatt at alle bønder følger opp og at det ingen administrasjonskostnader er.
- Skal P-reduksjonen økes har alternativet "Alt i stubb" en god effekt, men da innskrenkes bøndenes fleksibilitet betydelig da det ikke tillates jordarbeiding før såing av høstkorn.
- En mer moderat utgave som svarer p.t. til myndighetenes krav er 60 % stubb og 40 % fritt. Her er reduksjonen i P-tap imidlertid beskjedent.
- Direkte sådd og stubb har også god effekt, men her er det mye skepsis blant bøndene.

### Om rådgivning og virkemidler

Generelt uttrykkes det fra mange bønder at det er ønskelig med forutsigbarhet når det gjelder virkemidler og at rettferdighet mellom områder og bønder er viktig. Videre at kompensasjon må følges av motivasjon gjennom rådgivning og informasjon. En del uttrykker at en mer helhetlig tilnærming med overordnet individuell miljørådgivning for bruket vil være velegnet.



Figur 2. Kostnadseffektivitet i MORSA (basert på fokusgrupper og rådgivning).

Tabell 1. Eksempel fra Morsa: Totale kostnader og redusert P-tap for jordarbeidingstiltak

Tiltak	Reduksjon i P-tap, kg per år	Kostnader ved tiltak, kr per år
60% stubb og 40% fritt	1 327	1 929 626
Høstharvet høstkorn og stubb	2 462	-1 333 562
Direktesådd og stubb	4 768	8 688 915
Alt i stubb	5 296	9 549 392

### Andre forhold - oppsummering

For ulike tiltak mot P-avrenning til vanndrag og vann analyseres kostnadseffektivitet på foretaksøkonomisk og på aggregert nivå for vannområde. Erfaringer fra fokusgrupper og foreløpige resultater fra spørreundersøkelse viser at effektiviteten øker mye med erosjonsklasse. Tiltak i form av redusert jordarbeiding krever bedre "landmannskap" dvs. bedre ekspertise, kunnskap og motivasjon. Om disse forholdene er oppfylt kan en oppnå gode resultater og i noen tilfelle bedre resultater enn for tradisjonell jordarbeiding.

### Referanser

- Blankenberg *et al.* 2008. Tiltaksanalyse for Morsa: Effekter av fosforreduserende tiltak i Morsa 2000-2006. Bioforsk Rapport 3(86):54s.
- Borch, H., Bjørndalen, K. & Lindholm, O. 2008. Tiltaksplan for Leira. NIVA- rapport LNR 5657-2008.
- Borch, H. & Turtumøygard, S. 2008. Tilførselsberegninger fra bakgrunnsavrenning, landbruk og spredt avløp. - Tiltak for landbruksforurensingen i Haldensvassdraget. Bioforsk Rapport 3(121).
- Borch, H. 2009. Avrenning av næringsstoff fra landbruk i Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget. Bioforsk Rapport 4(11).
- Håndbok for driftsplanlegging 2008. NILF
- Stalleland, T. 1993. Tiltak for redusert utslipp av nærings-salter fra landbruket på Romerike. Forskningsmelding A-23-93, NILF .



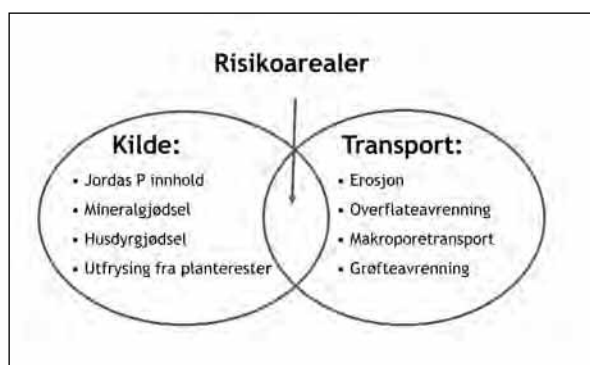
# Fosforindeks - vurdering av risikoarealer i tilknytning til gjødselplanlegging

Fosforindeks er et verktøy som kan brukes til å rangere arealer i forhold til risiko for fosfortap, og vurdere hvilke tiltak som er mest effektive for å redusere fosfortapene. Bioforsk har nå utviklet en kalkulator på web for enkel beregning av fosforindeks.

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

## Innledning

I mange jordbrukspåvirkede vassdrag er vannkvaliteten dårlig på grunn av stor algevekst. Fosfor fra jordbruksarealer utgjør en betydelig fosforkilde for algene. Innføring av EU's rammedirektiv for vann har gitt ekstra fokus på å begrense tilførsler av næringsstoffer fra alle antropogene kilder til vann og vassdrag. Begrensning av fosfortapene fra landbruket gir ekstra utfordringer fordi diffus arealavrenning er hovedkilden til fosfortapene. I jordbrukslandskapet er det mange faktorer som påvirker fosfortapet. De viktigste er overflateerosjon, partikkeltransport i makroporer og grøfter, gjødsling og jordas fosforinnhold. Den mest effektive reduksjonen i fosfortilførsler til vassdrag fra dyrka mark oppnås dersom en fokuserer på de arealene som bidrar med de største tapene. De mest kritiske arealer utgjør ofte en mindre del av et nedbørfelt, f.eks. der det er mye tilgjengelig fosfor samtidig som transport prosessene er aktive (figur 1). Ut i fra et ønske om å gjennomføre tiltak på arealer med spesielt stor risiko for fosfortap oppstod ideen om å utvikle en indeks for risiko for fosfortap.



Figur 1. Faktorer som har betydning for fosfortap og som inngår i fosforindeks.

## Fosforindeks

Fosforindeksen er først og fremst et praktisk verktøy for de som har ansvar for tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer. Den er ikke en modell som kan simulere fosfortap fra jordbruksarealer. I fosforindeks er kunnskap om enkeltprosesser som fører til fosfortap koblet sammen til et verktøy som kan brukes til å rangere jordbruksarealer i forhold til risiko for fosfortap. Dette gir mulighet til å målrette tiltakene mot arealene med størst risiko for fosfortap. Den norske fosforindeksen er basert på en fosforindeks utviklet i USA. Tilpasningen til norske forhold er basert på kunnskap om norske forhold og norske forsøk (Bechmann 2005). Fosforindeksen er satt sammen av stedegne/faste faktorer (erosjonsrisiko, avstand til åpent vann, risiko for flom, grøfting og jordas fosforinnhold), jordbruksaktiviteter (jordarbeiding og gjødsling) og landskapstiltak (bufferoner og grasdekte vannveier). En av de store fordelene med fosforindeksen sammenlignet med andre modeller, er at fosforindeksen er basert på opplysninger som er tilgjengelige for alle bønder i gjødselplan, jordanalysebevis og erosjonskart på internett.

## Tiltaksplanlegging

I tiltaksplanlegging på gårdsnivå kan fosforindeksen brukes som hjelpemiddel til å vurdere de mest effektive tiltakene mot fosfortap. Redusert fosforgjødsling, redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og grasdekte vannveier er tiltak som vil redusere fosforindeksen i ulik grad avhengig av de naturgitte forholdene. Ved å beregne fosforindeks for de ulike driftsalternativene, fås en indikasjon på hvilke tiltak som er mest effektive. Hvis høy fosforindeks skyldes et høyt P-AL nivå i jorda, vil imidlertid redusert fosforgjødsling være et langsiktig tiltak. Fosfornivået i jorda er her blitt bygd opp over mange år, og tilsvarende vil det ta

Figur 2. Kalkulator for beregning av fosforindeks som finnes på <http://webgis.no/pindeks>

mange år å redusere nivået til et miljøoptimalt nivå.

Fosforindeksen er basert på tiltak knyttet til enkeltskifter. En del tiltak som kan være aktuelle for å redusere risiko for fosforavrenning fra jordsbruksarealer er ikke tatt med i fosforindeksen. Det kan enten være fordi det er vanskelig å vurdere effekten av tiltak på generell basis eller fordi tiltaket ikke er knyttet til enkeltskifter. F.eks. er hydrotekniske tiltak, kumdammer og fangdammer ikke inkludert.

Noen arealer vil komme ut med en høy fosforindeks til tross for en miljømessig god drift, fordi arealet fra naturens side har en høy risiko for å tape fosfor. Andre arealer kan få en lav fosforindeks uten gjennomføring av miljøtiltak. For å gi informasjon om den naturgitte risikoen for å tape fosfor beregner kalkulatoren også en stedsindeks. Stedsindeksen blir beregnet kun ut i fra de stedsfaste faktorene (erosjonsrisiko ved høstpløying, flomrisiko, avstand til åpent vann, grøfting og jordas P-AL tall). Jordas P-AL tall er et resultat av driftspraksis, men fordi det tar lang tid å endre P-AL tallet er det tatt med i stedsindeksen. Arealer som kommer ut med en høy stedsindeks er de som det er viktigst å fokusere på med hensyn til å redusere fosfortapene fra landbruket. Siden en lav fosforindeks ikke kan oppnås på alle arealer på grunn av stedgitte faktorer, er målet å redusere fosforindeksen i forhold til stedsindeksen mest mulig.

### Fosforindeks-kalkulator

For enkelt å beregne fosforindeks er det nå laget en kalkulator på web (figur 2, <http://webgis.no/pindeks>). Kalkulatoren gir mulighet for rask og enkel utregning av fosforindeks for et skifte, og for å prøve

ut hvordan den endres ved innføring av ulike tiltak.

En av de største utfordringene i forbindelse med utvikling av en fosforindeks, er å vekte de ulike faktorene i fosforindeksen slik at den gir et riktig bilde av hvilke skifter innenfor et nedbørfelt som har størst risiko for fosfortap. Prosessene som fører til tilførsler av fosfor til vassdragene er mange og kompliserte. Fosforindeksen slik den nå foreligger gir derfor nødvendigvis ikke et riktig bilde av risikoen for fosfortap i alle situasjoner. Vi ønsker å utvikle verktøyet etter hvert som vi får mer kunnskap og erfaring ved bruk av indeksen. Vi håper derfor at dere som nå prøver kalkulatoren gir tilbakemeldinger hvis dere opplever at den gir urimelige resultater i noen tilfeller. På basis av tilbakemeldinger kan vi prøve å forbedre fosforindeksen.

### Konklusjon

Fosforindeks er et verktøy for å øke kostnadseffektiviteten i tiltakene mot fosfortap fra jordbruksarealer. For hvert skifte representerer fosforindeksen en samlet vurdering av faktorene som har betydning for fosfortapet. Den kan være et nyttig verktøy for å øke oppmerksomheten på de faktorene som har størst betydning for fosfortapet fra de enkelte skiftene. Det er et mål å utvikle fosforindeksen etter hvert som vi får mer kunnskap og erfaring ved bruk av indeksen.

### Referanser

Bechmann, M.E. 2005. The phosphorus index tool for assessing phosphorus transfer from agricultural areas in Norway. Dr. scientiarum thesis 2005:24. Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.

# Bruk av organiske restprodukter som N-gjødsel

Tradisjonelt har en betraktet husdyrgjødsel og kompost som lite effektive N-gjødseltyper. Kjøttbeinmel, biorest av matavfall og en del andre organiske restprodukter har høy konsentrasjon av tilgjengelig N og kan gi like god og sikker virkning som mineralsk N-gjødsel.

Trond Knapp Haraldsen  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
trond.haraldsen@bioforsk.no

## Innledning

Selv om husdyrgjødsel i mange sammenhenger har vært omtalt som bondens "gull", viser det seg i praksis at en ikke fullt ut regner med N-gjødselvirkingen av slik gjødsel. Organiske avfallstyper som kompost og avløps slam har først og fremst vært tilbudt som jordforbedringsmidler, og ut fra denne bruksmåten er det relativt liten N-effekt i forhold til mengden pr. dekar. Ved å behandle matavfall i biogassanlegg får en flytende biorest med en helt annen N-gjødselvirkning enn den bønder som tidligere har brukt matavfallskompost kjenner. Kjøttbeinmel er en organisk gjødseltype som har god N-virkning og er blitt tatt i bruk som gjødsel i økende grad i de siste åra. Med økt fokus på utnyttelse av energi fra organiske restprodukter, og forbud mot deponering av organiske avfallsmaterialer, vil en i de kommende årene trolig få et stort tilbud av varierende organiske gjødseltyper. Fordi disse vil ha forskjellig virkemåte avhengig av behandlingsprosess og råstoff, er det viktig å forstå hvilke faktorer som påvirker effektiviteten som N-gjødsel.

## N-gjødsel basert på proteiner og aminosyrer

Kjøttbeinmel (KBM) er den gjødseltypen som det foreligger mest kunnskap om innen N-gjødsel basert på proteiner og aminosyrer (Haraldsen *et al.* 2005). Gjødselvirkingen av denne gruppen av organisk N-gjødsel er basert på en rask mineralisering av organisk N etter innblanding i jorda. Det er to store råstoffkilder til slik gjødsel: slakteriavfall og avfall fra oppdrettsnæringen. Verken KBM eller proteinbasert gjødsel fra oppdrettsnæringen har optimal sammensetning av næringsstoffer i forhold til plantenes opp-tak (Haraldsen *et al.* 2005, Aamlid & Haraldsen 2007).

Slik gjødsel inneholder nitrogen og fosfor, og KBM inneholder mer fosfor enn nitrogen i forhold til plantenes behov. Innholdet av kalium er lite. Tradisjonelt har KBM vært distribuert i melform, som har vært vanskelig å spre jevnt i passende mengder. Heller ikke avfallbaserte produkter fra oppdrettsnæringen har vært tilbudt i en lett spredbar form. Agromarin er en organisk gjødsel pellets som inneholder nitrogen i form av aminosyrer, men også denne gjødseltypen har lite kalium i forhold til N og P. Organiske gjødseltyper med stort innhold av proteiner/aminosyrer kan doseres slik at en oppnår en N-virkning som er sammenlignbar med mineralsk N-gjødsel, og slike gjødseltyper har langt mindre risiko for N-utvasking enn nitratbasert N-gjødsel (Trøite 2007). Det er et betydelig potensial i å utvikle mer komplette gjødseltyper basert på organiske avfallsmaterialer med høy konsentrasjon av proteiner/aminosyrer, og tilførsel av kalium er en nøkkelfaktor for å oppnå mer fullverdige gjødselprodukter (Aamlid & Haraldsen 2007).

## Biorest som N-gjødsel

Biorest er sluttproduktet etter anaerob behandling av organisk avfall. Egenskapene til biorest varierer i forhold til råstoffene som er nyttet som biogassubstrat. Flytende biorest av matavfall har passende NPK forhold som korn gjødsel, mens økende andel av slakteriavfall som biogassråstoff gir økt N og P konsentrasjon, og lavere K-innhold (tabell 1). Husdyrgjødsel og fiskeensilasje kan gi en biorest med bedre NPK forhold i forhold til plantenes behov enn råmaterialene hver for seg. I biorest er det en høy andel  $\text{NH}_4\text{-N}$  av total N. Andersen (2008) oppnådde like stor avling av bygg i karforsøk ved bruk av like mengder mineralsk N i biorest av matavfall som i Fullgjødsel® 21-4-10.

Tabell 1. Tørrstoffinnhold og innhold av noen biorester fra svenske biogassanlegg (RVF 2004)

Materiale	Tørr-stoff %	pH	Total N, kg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N kg/m <sup>3</sup>	P kg/m <sup>3</sup>	K kg/m <sup>3</sup>
Husdyrgjødsel 10 %, Slakteriavfall 75 % Næringsmiddelavfall 5 %	5,0	8,4	7,1	5,3	0,8	1,0
Svinegjødsel 6 % Slakteriavfall 34 % Næringsmiddelavfall prosessvann 33 % Næringsmiddelavfall substrat 9 % Potetvann 10 % Fett 8 %	4,4	8,2	4,6	3,6	0,8	1,0
Svinegjødsel 18 % Kugjødsel 41 % Slakteriavfall 31 % Næringsmiddelavfall 7 % Annet organisk avfall 3 %	3,15		4,0		0,43	1,2
Husdyrgjødsel 61 % Slakteriavfall 17 % Matavfall 2 % Fett 11 % Næringsmiddelavfall 9 %	4,8		5,7	4,3	0,38	2,0
Husholdnings- og storkjøkkenavfall	1,6	8,5	3,6	2,6	0,18	1,1

Tabell 2. Kornavling (kg/daa, 15 % vann) i storskalaforsøk med biorest på Apelsvoll

Gjødseltype	Menge kg N/daa	Byggavling kg/dekar (15 % vann)		Hvete-avling kg/daa
		2007	2008	2009
Ugjødslet	0	381	235	291
Biorest av matavf. G DGI	8			389
Biorest av matavf. G overfl. spredd	8			403
Biorest av matavf. H DGI	8	496	354	419
Biorest av matavf. H overfl. spredd	8	-	309	371
Blautgjødsel DGI	8	506	294	354
Blautgjødsel overflatespredd	8	-	320	438
Fullgjødsel® 21-4-10	8	522	391	413

Ved spredning av biorest i praktisk skala ut fra mengde total N, er det oppnådd gode kornavlinger med ulike typer biorest av matavfall. Om bioresten ble spredd nedfelt med DGI-utstyr eller overflatespredd og nedharvet tilsvarende som med slepeslangespreder, hadde ikke entydig virkning på avlingsnivået (tabell 2).

## Referanser

- Andersen, U. 2008. Veksthusforsøk med ulike typer organiske gjødselprodukter i bygg. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Institutt for plante- og miljøvitenskap. Masteroppgave. 60 s.
- Haraldsen, T.K., Jeng, A., Grønland, A., Pedersen, P.A., Lindemark, P.O., Solberg, H. & Vagle, A. 2005. Kjøttbeinmel som nitrogen og fosforgjødsel. Resultater fra kar- og markforsøk i 2003 og 2004. Jordforsk rapport 10/05. 21s.

RVF 2004. Användning av biogödsel. En rapport från BUS-projektet. RVF-Utveckling 2005:10. 50s.

Trøite, T.S. 2007. Kjøttbeinmel som gjødsel i økologisk korndyrking. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Institutt for plante- og miljøvitenskap. Masteroppgave. 60s.

Aamlid, T.S. & Haraldsen, T.K. 2007. Sammenlikning av ulike typer flytende gjødsel til «green» i veksthusforsøk. Gressforum 2007 (4):21-23.

# Organisk avfall som fosforressurs i matproduksjon

Rundt en tredjedel av fosforet som tilføres matproduksjon samles i avløp og organisk avfall. Mulighetene for å hente fosfor fra avfall og avløp tilbake til matproduksjon er derfor tilstede, men utnyttes i begrenset grad i dag. Slam og kjøttbenmel er de to største kildene til fosfor fra avfall og avløp.

Anne Bøen

Bioforsk Jord og miljø, Ås  
anne.boen@bioforsk.no

## Fosforforsyning til matproduksjon

I dag finnes ikke noe økonomisk alternativ til fosforrik malm for å dekke verdens behov for fosfor i matproduksjon. Mens nitrogen og kalium er tilgjengelig i nærmest ubegrensede mengder fra naturlige systemer, er tilgangen på fosfor langt mer begrenset. Fosfor i seg selv er et hyppig forekommende element og verdens totale fosforressurser anses som store (Herring & Fantel 1993). Økonomisk drivverdige reserver av mineralisk fosfor er derimot begrenset, flere studier konkluderer med at disse vil være brukt opp i løpet av dette århundret (Herring & Fantel 1993; Cordell *et al.* 2009). Prisen på mineralisk fosfor forventes derfor å øke etter hvert som drivverdige reserver brukes opp, det vil si i løpet av noen tiår. Begrensninger i verdens fosforressurser bør rette søkelyset mot en bærekraftig fosforforvaltning. Matproduksjon er den viktigste konsumenten av mineralisk fosfor. I Europa regner man med at 90 % av konsumet går inn i matproduksjon, hvorav 79 % brukes i gjødsel og 11 % i fôr (EFMA 2000). Produksjon, foredling og konsum av mat har derfor en nøkkelrolle i fosforforvaltningen. Sterk fosforgjødsling har ført til store fosforoverskudd i landbruksjorda i mange land og fosforforvaltning har i hovedsak vært fokusert på å redusere negative effekter av dette på vann og vassdrag. En bærekraftig forvaltning bør begrense overforbruk av mineralisk fosfor, samtidig som man utnytter resirkulerbart fosfor i husdyrgjødsel, avfall og avløp.

## Avfall og avløp som fosforkilde

Nær 5000 tonn fosfor samles årlig inn med organisk avfall og avløpslam. Til sammenligning er årlig omsetning av fosfor i mineralgjødsel i overkant av 12 000 tonn. Teoretisk er det derfor nok fosfor i avfall og

avløp til å erstatte nær halvparten av dagens forbruk av mineralisk fosfor. Fosforet er hovedsakelig samlet i to materialfraksjoner; slam innvunnet fra avløpsbehandling og kjøttbenmel (KBM) laget av slakteriavfall. Avfall fra husholdninger, tjenesteytende næringer og annen næringsmiddelindustri inneholder mindre mengder fosfor.

Fra 2006 til 2008 økte andelen fosfor i avfall og avløpslam som ble ført tilbake til norsk landbruksjord fra 20 til 30 %. I 2006 ble fosfor først og fremst tilbakeført med avløpslam. Norge har lange tradisjoner for å resirkulere avløpslam til landbruket og rundt halvparten av fosforet i norsk slam spres på landbruksarealer. Bruk av kjøttbenmel som gjødsel har økt kraftig siden 2006. I 2008 ble 80 % av kjøttbenmelet basert på lavrisiko slakteriavfall benyttet som gjødsel, hvorav halvparten ble brukt i Norge (Norsk Protein, pers. med).

## Slam og kjøttbenmel som fosforgjødsel

Tilbakeføring av avfallsfosfor til landbruksjord bør ikke i seg selv anses som resirkulering. Fosforets plantetilgjengelighet, andre produkttegenskaper, spredemengder og supplerende gjødsling med fosforholding mineralgjødsel er alle viktige for om fosforet kan anses å gå inn i matproduksjon eller om det blir værende igjen i jorda. I konvensjonelle dyrkingssystemer der man vanligvis ville brukt mineralgjødsel, kan andelen av det tilbakeførte fosforet som erstatter fosfortilførsel med mineralgjødsel være et mål på hvor effektivt fosforet resirkuleres. Tar man utgangspunkt i gjødslingsanbefalinger for slam finner man at mellom 0 og 8 % av fosforet i slammet man anvender på landbruksjord erstatter fosfor fra mineralgjødsel (Bøen & Grønland 2008). Tilsvarende beregninger for

kjøttbenmel viser at 46 % av fosforet kan erstatte mineralfosfor.

I matproduksjon brukes slam først og fremst som et jordforbedringsmiddel (1-4 tonn slamtørrstoff per dekar) med nitrogenvirkning. Slamspredning bidrar ofte med en fosfortilførsel mellom 15 og 60 kg/da, hvorav det meste av fosforet er lite plantetilgjengelig. Fosforet i slammet bidrar derfor først og fremst til å bygge opp fosforreservoaret i jord og er lite effektiv med hensyn på fosforresirkulering. Kjøttbenmel har vist seg å ha en god fosfortilgjengelighet i norsk landbruksjord (Jeng *et al.* 2004). Med riktig bruk kan derfor fosfor i kjøttbenmel resirkuleres mer effektivt tilbake til matproduksjon en fosfor i slam.

### Avfallets rolle for fremtidig fosforforsyning

Fosfor fra avfall og avløp bør spille en aktiv rolle som fremtidig forfærdilke i matproduksjon. Det bør være et mål å få til systemer hvor fosforet kan sirkulere, i motsetning til dagens situasjon hvor avfallsfosforet i stor grad forsvinner ut av matproduksjon eller bindes i jord. Slakteriavfall og avløp spiller en nøkkelrolle som de to viktigste kildene til fosfor. Den økende bruken av kjøttbenmel som gjødsel bidrar til en rask økning i resirkuleringsgrad, forutsatt at man tar tilstrekkelig hensyn til fosforvirkningen ved gjødsling. Avløp er en viktig kilde til fosfor og alternative avløpsløsninger og behandlingsmetoder vil kunne gi en langt bedre utnyttelse av dette fosforet. Etersom avløps- og slambehandling er knyttet opp i dagens tekniske løsninger, er dette vanskelig å endre på kort sikt. Innen avløpssektoren er det nødvendig å tenke langsiktig og inkludere forforresirkulering i planleggingen av nye avløpsløsninger og oppgraderte behandlingsanlegg.

### Referanser

- Bøen, A. & Grønlund, A. 2008. Phosphorus resources in waste -closing the loop? I Rubæk, G. Phosphorus management in Nordic-Baltic agriculture -reconciling productivity and environmental protection. NJF Report 4(4):18pp.
- Cordell, D., Drangert, J.-O. & White, S. 2009. *The Story of Phosphorus: Global food security and food for thought*, Global Environmental Change Journal, doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009
- EFMA 2000 . Understanding phosphorus and its use in agriculture -phosphorus essential element for food production. [http://cms.efma.org/EPUB/easnet.dll/ExecReq/Page?eas:template\\_im=000BC2&eas:dat\\_im=000C23](http://cms.efma.org/EPUB/easnet.dll/ExecReq/Page?eas:template_im=000BC2&eas:dat_im=000C23)
- Herring J.R. & Fantel, R.J.1993. Phosphate rock demand into the next century: Impact on world food supply. *Nonrenewable Resources* 2 (3):226-246.
- Jeng, A., Haraldsen, T.K., Grønlund, A. & Pedersen, P.A. 2004. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and rye grass. *Nutrient recycling in Agroecosystems*. 76:183-191.

# Fosforbalanse i intensiv husdyrproduksjon

Fosforgjødslingen på Jæren er i gjennomsnitt på 3 kg P/daa, og tilsvarer en engavling på om lag 1000 kg tørrstoff (TS). Med en slik avling vil det være balanse mellom tilført og bortført fosfor. På grunn av høyt fosforinnhold i jorda er det imidlertid behov for å redusere fosfortilførselen, og dermed et behov for å finne annen anvendelse av husdyrgjødselen.

Marianne Bechmann  
Bioforsk jord og miljø, Ås  
marianne.bechmann@bioforsk.no

## Fosforressurser

Verdens forekomst av fosfor dekker forbruket i 80-130 år fremover, avhengig av befolkningsøkning, matforbruk og pris på fosfor. Dette er noen av grunnene til at bruken av fosfor i landbruket bør optimaliseres. I perioden fra 1990/92 til 2000/02 er Norge et av få OECD-land som ikke har redusert overforbruket av fosfor til tross for at forbruket av fosfor i mineralgjødning nesten ble halvert fra midten av 1980-tallet til begynnelsen av 1990-tallet. Årsaken til dette er at reduksjonen i salget av fosfor med mineralgjødning er oppveiet av en økning av P i innkjøpt fôr (figur 1), hovedsakelig p.g.a. at kraftfôrbasert husdyrproduksjon har erstattet deler av den grovfôrbaserte husdyrproduksjonen. I perioden fra 1992 til 2009 har antall kyr i Norge blitt redusert fra 350 000 til om lag 300 000 gjødseldyrenheter (GDE), mens det i samme periode har vært en økning i antall GDE av svin og kylling fra 100 000 til 140 000 (SSB). Jæren har hatt samme utviklingstrend. Økningen i salg av fosfor med mineralgjødning i 2008 (figur 1) skyldes økning i pris og hamstring av mineralgjødning.

## Tiltaksanalyse for Jæren

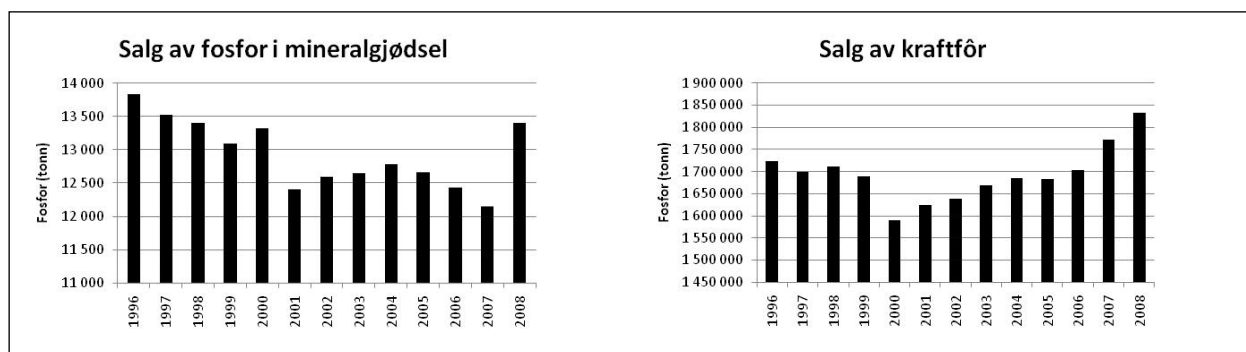
Rogaland er det største område med intensiv hus-

dyrproduksjon i Norge. Fylkesmannen i Rogaland gjennomførte i samarbeid med IRIS og Bioforsk en tiltaksanalyse for Jærvassdragene (Molversmyr *et al.*, 2008). Formålet med analysen var å vurdere risiko for avrenning av fosfor fra alle sektorer, bl.a jordbruket, og deretter å vurdere mulige tiltak for å redusere avrenningen av fosfor. Arbeidet konkluderte med at jordbruket fortsatt er den største kilden til fosfortilførsler til vassdragene på Jæren og at nedgangen i fosforavrenning har vært mindre for jordbruket enn for de øvrige sektorene. Mye av årsaken til den høye fosforavrenningen fra landbruket skyldes jordas høye innhold av fosfor.

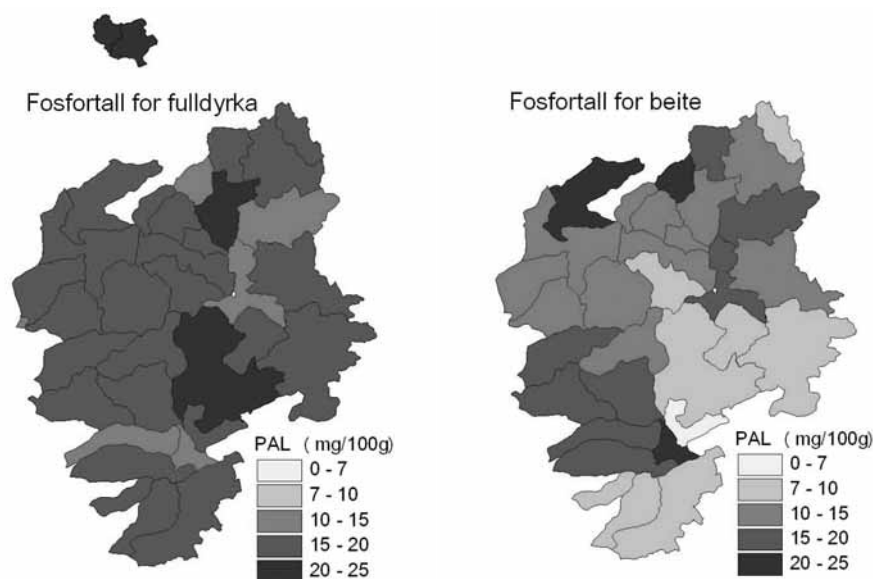
## Gjødsling

I intensiv husdyrproduksjon utgjør husdyrgjødsel en vesentlig del av fosforgjødselen. Maksimal tillatt husdyrtetthet (0,25 GDE/daa) tilsvarer 3,5 kg fosfor tilført per dekar. Husdyrtettheten på Jæren er om lag 0,2 GDE/daa (SSB, 2006), som tilsvarer 2,8 kg fosfor/daa.

I tillegg tilføres fosfor i mineralgjødning. Det er ikke tilgjengelig informasjon om mengde tilførsel av mineralgjødning på Jæren, men det er i overvåkingen (JO-



Figur 1. Salg av fosfor i mineralgjødning og innkjøpt fosfor kraftfôr i Norge (SSB).



Figur 2. Fosforstatus for dyrka mark på Jæren, fordelt på fulldyrka (tv) og overflatedyrka jord (th).

VA-programmet) registrert en nedgang i fosfortilførsel med mineralgjødning. Gjennomsnittlig fosfortilførsel i mineralgjødning i 2008 var på 0,2 kg fosfor/daa, mens det i perioden 1992-2007 var 0,7 kg fosfor/daa (Rød *et al.*, 2009). I 2008 ble det i gjennomsnitt tilført om lag 3 kg fosfor/daa jordbruksareal på Jæren, som tilsvarer fosforopptaket i en engavling på om lag 1000 kg TS/daa. Om en regner med en gjennomsnittsavling av denne størrelsen på Jæren, vil det være balanse mellom tilført og bortført fosfor. På grunn av mange års tilførsler av overskudd av fosfor til jordbruksarealene på Jæren har fosforinnholdet i jorda blitt meget høyt ( $P\text{-AL} > 15$ ) på mesteparten av den fulldyrka jorda (figur 2). På overflatedyrka arealer blir det tilført mindre mengder husdyrgjødsel, men store deler av disse arealene ble likevel klassifisert som meget høy fosforstatus. Det er et mål å redusere jordas fosforinnhold for å redusere risiko for fosfortap, og det er ut fra plantenes behov, anbefalt ikke å gjødsle med fosfor på arealer med meget høy fosforstatus. Overskudd av fosfor i jordbruket på Jæren, gjør at husdyrgjødsel bør benyttes annerledes enn i dag.

### Tiltak og muligheter

LMD har i Stortingsmelding 39 (2009) som mål at 30 % av husdyrgjødsel skal utnyttes til biogassproduksjon. Dette vil kunne redusere landbrukets klimagassutslipp av metan og lystgass. Bioresten etter biogassproduksjon kan føres tilbake som gjødning til gården, men

den kan også transporteres til andre steder. Dersom biogassproduksjon med bruk av husdyrgjødsel får et større omfang, kan en også forvente endringer i husdyrgjødseldisponering både i mengder og på hvilke arealer den spres.

Bygging av tilleggs lager som muliggjør utnyttelse av næringsstoffene i vekstsesongen er et annet tiltak. Bedre gjødselplanlegging der en tar hensyn både til nitrogen og fosfor og gjødsler etter gjennomsnittlig oppnådd avling vil optimalisere tilførsel av næringsstoffer og minimere tap til vann og luft.

Sett i lyset av verdens begrensede fosforressurser og risiko for avrenning av fosfor med negativ effekt på vannkvalitet, er det et stort potensial for å øke utnyttelsen av fosfor i intensiv husdyrproduksjon. Nedgangen i innkjøpt mineralgjødning som er registrert de siste årene er en endring i retning av optimalisert fosforbruk.

### Referanser

- Molversonmyr, Å., Bechmann, M., Eggstad, H.O., Pengerud, A., Turtumøygard, S. & Rosvoll, E. 2008. Tiltaksanalyse for Jærvassdragene. IRIS-rapport 2008/028.
- Rød, L.M., Pedersen, R., Deelstra, J., Bechmann, M., Eggstad, H.O. & Øgaard, A.F., 2009. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Bioforsk Rapport 4(165).



# Virkning av avløpsslam på fosfortap fra landbruksjord

Tilførsel av maksimalt tillatt mengde avløpsslam kan gi en betydelig økning i jordas totale fosforinnhold og dermed øke risikoen for fosfortap. Bedret aggregatstabilitet og dermed lavere erosjonsrisiko kan delvis kompensere for den økte risikoen for fosfortap som skyldes store fosfortilførsler med slam.

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

## Innledning

I Norge resirkuleres mellom 60 og 70 % av avløpsslammet som produseres til landbruksarealer. På jordbruksarealer tillates brukt opp til 2 tonn TS/daa/10 år hvis slammet tilfredsstiller kravene til kvalitetsklasse II. Kvalitetsklassene er satt ut fra konsentrasjoner av tungmetaller. Disse mengdene innebærer en betydelig tilføring av organisk materiale og næringsstoffer, og da spesielt fosfor.

Effekten av tre ulike slamtyper på både jordstruktur og tilgjengelig fosfor i jord er undersøkt i to feltforsøk. I et laboratorieforsøk er jord fra feltforsøkene testet for deres risiko for å tape fosfor. Effekten av slam sammenlignes med effekten av mineralgjødning og husdyrgjødsel.

## Forsøksplan

Forsøksfeltene ble anlagt i 2007 på marin leirjord. Det ene forsøksfeltet var på et bakkeplanert areal i Hobøl, Østfold, mens feltet i Ås, Akershus, ikke var planert.

Feltforsøkene hadde følgende forsøksledd:

1. VEAS - avløpsslam (2 t TS/daa)
2. FREVAR - avløpsslam (2 t TS/daa)
3. TAU - avløpsslam (2 t TS/daa)
4. Husdyrgjødsel, storfe (5 t/daa)
5. Mineralgjødning

Opplegget for forsøkene er nærmere beskrevet i Øgaard *et al.* (2009). Alle slamtypene ble felt med jernsalter eller en blanding av jern- og aluminiumsalter. VEAS tilsetter hydratkalk til slammet, mens TAU tilsetter brent kalk. All jordarbeiding i feltene var kun til 10 cm dybde.

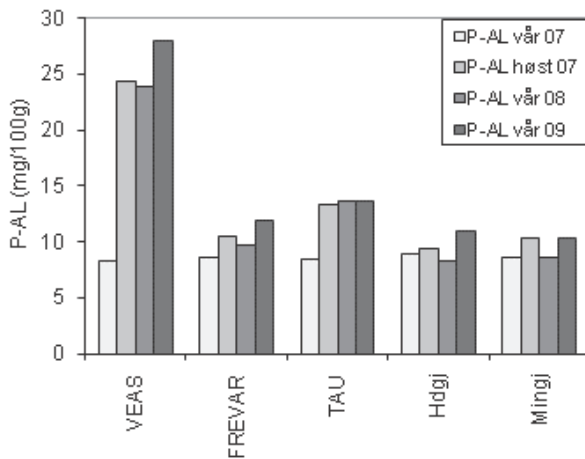
Tabell 1. Beregnet tilførsel av total P og AL-løselig P (kg P/daa) med tre ulike slamtyper og husdyrgjødsel. P-AL/Tot P angir tilgjengeligheten av tilført fosfor

Parameter	VEAS	FREVAR	TAU	Husdyrgj.
Total P	29,6	26,6	13,6	2,9
P-AL	5,2	0,8	1,6	2,1
P-AL/Tot P %	18	3	12	71

## Effekt på tilgjengelig fosfor i jord

Avhengig av slamtype ble det tilført 13,6 til 29,6 kg P/daa med slammet (tabell1). Tilgjengeligheten av fosforet, beregnet som forholdet P-AL/Tot P, varierte mellom de ulike slamtypene. Best tilgjengelighet hadde fosforet i VEAS-slammet (tabell 1). Sammenlignet med husdyrgjødsel hadde imidlertid fosforet lav tilgjengelighet i alle slamtypene. Slammet fra VEAS og TAU er kalkbehandlet etter fellingsprosessen. Dette ser ut til å ha bidratt til økt tilgjengelighet av fosforet. Det kalkbehandlede slammet vil også ha en kalkvirkning på jorda. Det betyr at det kan påvirke både kjemiske og fysiske prosesser i jorda.

VEAS slammet ga en svært stor økning i jordas P-AL nivå (figur 1). Feltet i Hobøl ga tilsvarende resultater som vist for feltet i Ås. Ved innblanding av slammet til 20 cm kan en anta at økningen i P-AL ville vært ca det halve. TAU-slammet ga også en betydelig økning i jordas P-AL konsentrasjon. FREVAR-slammet, husdyrgjødsel og mineralgjødning ga mindre endringer i P-AL. God tilgjengelighet av fosfor i slammet er positivt ut i fra et ressursmessig perspektiv, men det er da viktig at både slam og mineralgjødning blir dosert slik at denne fosforressursen kommer til nytte uten å utgjøre en miljørisiko.



Figur 1. Endring i jordas P-AL nivå på feltet i Ås fra vår 2007 (før gjødsting) til vår 2009 for de ulike behandlingene. Gjennomsnitt av 3 gjentak.

## Virkning av avløpslam på jordstruktur og erosjonsrisiko

Aggregatstabilitet sier noe om aggregatenes evne til å motstå ytre påvirkning. God stabilitet er viktig for å minimere erosjonsrisikoen og dermed fosfortapet ved nedbørsepisoder. Organisk materiale og kalk påvirker jordstrukturen i gunstig retning. De kalkbehandlede slamtypene hadde tydeligst effekt på aggregatstabiliteten. Utslagene var størst på den bakkeplanerte leirjorda. FREVAR-slammet som ikke er kalkbehandlet ga bare en liten økning i aggregatstabilitet. Liten effekt på aggregatstabilitet av slammet som ikke var kalkbehandlet tyder på at det er kalkeffekten av TAU- og VEAS-slammet som har gitt utslag på aggregatstabiliteten. FREVAR-slammet har gjennomgått en utråtningsprosess, og dette fører antagelig til at mengden lett omsettelig organisk materialet ikke er så høyt. Effekten på mikrolivet og dermed utviklingen av stabile aggregater blir da ikke så stor.

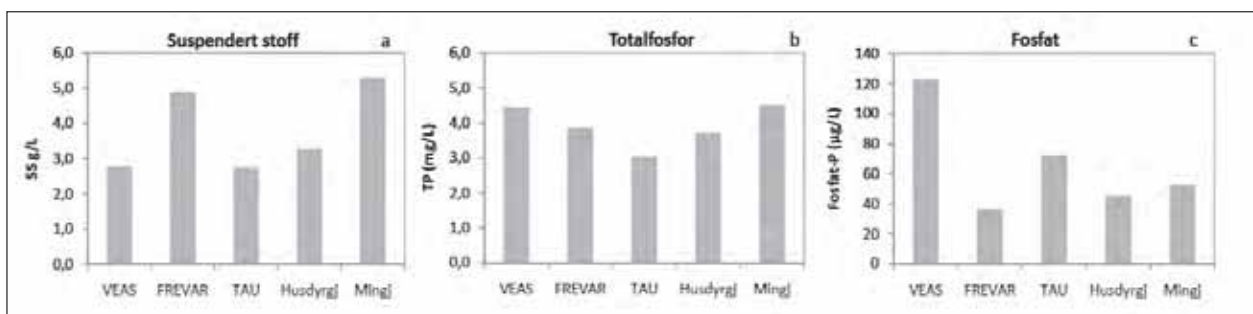
## Laboratorieforsøk

I et laboratorieforsøk med utvasking av jordprøver fra feltforsøkene gjennom en 0,25 mm sikt er det sett på tap av fosfor fra jord etter de ulike behandlingene. Jordprøvene ble tatt ut ett år etter tilføring av slammet. Her vises resultater fra forsøksfeltet på Ås. Jord som hadde blitt tilført slam fra VEAS og TAU året før hadde minst partikkeltap på grunn av best aggregatstabilitet (figur 2a). Når det gjelder tapet av totalfosfor (figur 2b) hadde leddet med VEAS-slam like stort fosfortap som leddet med mineralgjødsel, til tross for mindre partikkeltap. Det betyr at partiklene som tapes er mer fosforrike der det er tilført VEAS-slam. TAU-slammet hadde lavere fosforkonsentrasjon (tabell 1), og kom derfor totalt gunstig ut når det gjelder fosfortap. Tapene av vannløselig fosfor (fosfat) viser at jord som er tilført kalkbehandlet slam frigir mer vannløslig fosfor enn jord som har fått vanlig tilførsel av mineralgjødsel (figur 2c).

Selv om dette bare er et laboratorieforsøk, kan en anta at det gir en indikasjon på hva en kan forvente når det gjelder den relative risikoen for fosfortap fra jordbruksarealer som har mottatt ulike typer slam. Vi har imidlertid mangelfull kunnskap om varigheten av den positive struktureffekten. Etter en tid kan den positive struktureffekten av slam avta, mens fosforkonsentrasjonen i jorda fortsatt er høy.

## Referanse

Øgaard, A.F., Grønsten, H.A., Sveistrup, T.A., Bøen, A. & Haraldsen, T.K. 2009. Effekt av ulike slamtyper på avling, jordas innhold av tilgjengelig fosfor, pH og jordstruktur. Bioforsk FOKUS 4(1):14-20.



Figur 2. Virkning av ulike typer avløpslam, husdyrgjødsel og mineralgjødsel på risiko for å tape partikler, totalfosfor og løst fosfat på feltet i Ås. Resultater fra laboratorieforsøk.

# Bruk av avfallsbaserte produkter ved etablering av grøntarealer

Etter gjeldende forskrift er det tillatt å bruke vesentlig større mengder organiske avfallsprodukter ved etablering av grøntanlegg enn i jordbruket. Regelverket er basert på tilførsler av tungmetaller og ikke om det tilføres passende mengder næringsstoffer i forhold til grøntanleggsplanters behov.

Anne Bøen og Trond Knapp Haraldsen  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
anne.boen@bioforsk.no

## Innledning

Ved etablering av grøntanlegg brukes produkter av organiske avfallsmaterialer enten ved innblanding i stedlige masser som jordforbedring eller i jordblandinger for grøntanlegg (anleggsjord). Det er tillatt brukt inntil 30 vol. % organiske avfallsmaterialer i jordblandinger, og et lag på 5 cm tykkelse som blandes inn i jorda på bruksstedet. Grøntarealer omfatter grasflater (plen/grasbakke), sommerblomster, stauder, busker og trær. De ulike vekstene har svært forskjellig krav til gjødsling av nitrogen og fosfor, og ulik evne til å ta opp næringsstoffer fra jorda. Mens gjødsling i landbruket gjøres for å oppnå god avling, foretas gjødsling i grøntanlegg i forhold til grøntanleggenes funksjon og ut fra estetiske hensyn. Størst mulig tilvekst kan derfor være uønsket i grøntanlegg.

## Etablering av grasflater

Ved etablering av grasflater kan en nytte innblanding av ulike typer kompost eller avløps slam. I et forsøk med stigende mengder avløps slam og kompost (4, 8 og 12 kg TS/m<sup>2</sup>) fant Bøen & Haraldsen (2008) at 4 kg TS/m<sup>2</sup> av avløps slam ga like stor tilvekst som 20 g N/m<sup>2</sup> i Fullgjødning® i etableringsåret. I andre vekstsesong var det også tilvekstøkning ved stigende mengde avløps slam. 8 kg TS/m<sup>2</sup> avløps slam ga tilvekst i samme størrelsesorden som vedlikeholdsgjødsling med 10 g N/m<sup>2</sup> gitt som Fullgjødning. 4 kg TS/m<sup>2</sup> slam ga også jevn, men noe lavere, tilvekst det andre året.

Slamkompost ga lysegrønt gras og ikke vesentlig mer tilvekst enn ugrødd kontrolljord verken første eller andre vekstsesong. Mens slam ga kraftig tilvekstøkning ved bruk av økende mengder slam, var det en svak negativ tilvekstrespons på økte mengder slamkompost. Matavfallskompost ga jevn tilvekst gjennom

hele første vekstsesong. Den ga tilvekstøkning mellom 4 og 8 kg TS/m<sup>2</sup> som var lik tilvekstøkningen fra 10 til 20 g N/m<sup>2</sup> i Fullgjødning®. Ved økning til 12 kg TS/m<sup>2</sup> ble det mindre økning i tilveksten enn det ble oppnådd ved å øke fra 20 til 30 g N/m<sup>2</sup> i Fullgjødning®. I andre vekstsesong var det tydelig bedre tilvekst ved innblanding av matavfallskompost enn i ugrødd jord, men gjødselvirkingen var tydelig mindre enn i etableringsåret (Bøen & Haraldsen 2008).

Ved innblanding av stigende mengder VEAS-slam i anleggsjord, ble det oppnådd økt tilvekst av raigras opp til 25 vol. % avløps slam. Imidlertid var 10 vol. % VEAS-slam maksimalt tilrådd mengde i forhold til vekst for grasbakke, og mer avløps slam ga uønsket stor tilvekst (Haraldsen & Pedersen 2003).

## Flerårige grøntanlegg med akkumulert tilvekst

I grøntanlegg er det særlig interessant med avfallsbaserte produkter som gir fra seg jevnt med næringsstoffer gjennom vekstsesongen og kan gi godt resultat uten ekstra gjødsling. Til slik bruk er ulike komposttyper godt egnet dersom de har C/N-forhold <30 og helst lavere enn 25. Mens gras klippes en eller flere ganger i løpet av en vekstsesong, har busker og trær akkumulativ vekst over mange år. Ved å tilføre mer næringsstoffer enn det er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende tilvekst ut fra estetiske hensyn, kan det medføre risiko for voldsom tilvekst og uttilsiktet utvasking av næringsstoffer. Produkter basert på organisk avfall bør derfor doseres i forhold til behovet for næringsstoffer, ikke maksimalt lovlig mengde.

## Begrensning av mengde av produkter basert på organisk avfall i anleggsjord

Mens avløps slam representerer en risiko for overdo-

Tabell 1. Aktuelle nivå av P-AL (mg/100 g) i anleggsjord ut fra ulike gjødslingsstrategier

	Risiko for misvekst	Optimalt ved normal gjødsling	Egnet for lite P-gjødsling	Egnet for ingen P-gjødsling	Risiko for P-utvasking
P-AL, mg/100 g	0-5	5-7	7-14	14-30	>30

Tabell 2. Forslag til doseringsmål for ulike typer produkter av organisk avfall i anleggsjord

Produkter av org. avfall	Doseres i forhold til
Hage/parkkompost	Næringsstoffer i sluttprodukt (P-AL<30 mg/100 g)
Matavfallskompost	Næringsstoffer i sluttprodukt (P-AL<30 mg/100 g)
Avløpsslam	Tilgjengelig mengde nitrogen ved etablering
Avløpsslam, kalket	pH i vekstmediet, bør aldri overstige 7,5
Vannverksslam	P-AL i jorda (for mye gir lavt P-AL)
Barkkompost	Behov for organisk materiale, forskrift
Slamkompost	Behov for organisk materiale, forskrift
Hestegjødselkompost	Næringsstoffer i sluttprodukt (P-AL<30 mg/100 g)
Kompostert husdyrgjødsel	Næringsstoffer i sluttprodukt (P-AL<30 mg/100 g)

sering av nitrogen i forhold til grøntanleggsplantenes behov, er det flere kompostprodukter som inneholder så mye løselig fosfor (AL-løselig) at det må tas med i betraktning når man bestemmer kompostmengden i anleggsjord. I tabell 1 er det satt opp ulike alternativer for aktuelt nivå av P-AL i anleggsjord ut fra ulike gjødslingsalternativer.

Når en skal vurdere hvilke mengder av produkter basert på organisk avfall det er aktuelt å bruke, er det ulike faktorer en bør ta hensyn til (tabell 2).

For å lage optimale blandinger av anleggsjord, vil det ofte være nødvendig å kombinere to eller flere produkter av organisk avfall. Blandinger av avløpsslam og kompost kan gi bedre utnyttelse av næringsstoffene enn bruk av komponentene hver for seg (Haraldsen *et al.* 2000).

## Referanser

- Bøen, A. & Haraldsen, T.K. 2008. Avløpsslam og kompost til etablering av grasbakke. *Park & anlegg* 7(5):46-49.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2003. Mixtures of crushed rock, forest soils, and sewage sludge used as soils for grassed green areas. *Urban Forestry and Urban Greening* 2:41-52.
- Haraldsen, T.K., Grønlund, A., Pedersen, P.A., Nordal, O. & Westbye, T. 2000. Construction of soils for green areas at the former airport Fornebu, Oslo, Norway. In: Burghardt, W. & Dornauf, C. (Eds.) *First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. Proceedings, Vol.II. Application of Soil Information*, University of Essen, Germany, July 12-18, 2000, pp. 523-528.

# Utvikling av regelverk tilpasset morgendagens utfordringer for resirkulering av organisk avfall

Konsentrasjoner av tungmetaller på tørrstoffbasis er det viktigste kvalitetskriteriet for organisk avfall etter gjeldende forskrift. Ved revisjon av regelverket bør en sikre at mengdene av næringsstoffer og tungmetaller på arealbasis blir forsvarlig, og at husdyrgjødsel og organisk avfall behandles likt.

Trond Knapp Haraldsen  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
trond.haraldsen@bioforsk.no

Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav ble fastsatt 4. juli 2003 og representerte en samordning av tidligere forskrifter om husdyrgjødsel, silopressaft, avløpslam og organiske gjødsel/jordforbedringsmidler. Mattilsynet (2007) har utarbeidet en veileder til forskriften, som avklarer en del av spørsmålene som har vært knyttet til forskriften. En svakhet ved forskriften er at mengde av organiske avfallsprodukter utelukkende doseres og kvalitetsvurderes i forhold til konsentrasjoner av tungmetaller på tørrstoffbasis, og ikke i forhold til mengder som det er relevant å bruke per arealenhet ut fra tilførsel av næringsstoffer. Når en bruker organiske avfallsmaterialer ut fra gjødselvirkning, kan det bli en vesentlig mindre belastning av tungmetaller pr. arealenhet enn ved bruk som jordforbedringsmidler.

## Organisk gjødsel

Mengdebegrensningene i forskriften er laget ut fra bruk som jordforbedringsmidler. På jordbruksarealer tillates 2 tonn TS/daa/10 år for kvalitetsklasse II, 4 tonn TS/daa/10 år for kvalitetsklasse I, mens tilført mengde av produkter i kvalitetsklasse 0 ikke skal overstige plantenes behov for næringsstoffer. Når en nytter organiske restprodukter som gjødsel, tar en vanligvis utgangspunkt i mengden nitrogen. I økologisk landbruk er det for eksempel tillatt brukt inntil 8 kg total N/daa som årlig tilførsel. Det kan derfor være av interesse å vise hvilke mengder tungmetaller som tilføres med ulike typer organisk gjødsel dosert i forhold til 8 kg N/daa; blautgjødsel (klasse I), biorest (klasse II) og matavfallskompost (klasse 0) (tabell 1).

Selv om bioresten har høyere konsentrasjoner av Cu, Zn og Hg enn det som tillates i henhold til Debio-regelverket, vil gjødsling med biorest medføre langt lavere tilførsel av tungmetaller pr. dekar enn med matavfallskompost i klasse 0. Det skyldes at nitrogen ikke tapes ved anaerob behandling, mens mye nitrogen tapes til luft ved kompostering. Bioresten tilfører også mindre mengder tungmetaller enn blautgjødsel pr. dekar (tabell 1).

Når en skal nytte husdyrgjødsel som biogasssubstrat, er det viktig å være klar over at den sjelden tilfredsstiller kvalitetsklasse 0 i utgangspunktet. Ved en vellykket biogassprosess er det vanlig at bioresten har omtrent halvert tørrstoffinnhold i forhold til råmaterialet av husdyrgjødsel. Konsentrasjonen av tungmetaller på volumbasis endrer seg lite, mens konsentrasjoner på tørrstoffbasis blir tilnærmet doblet. Sluttproduktet kan således få dårligere kvalitetsklasse fordi energi og organisk materiale er utnyttet, mens bruksegenskapene og gjødselverdien på volumbasis er som før. Når forskriften om gjødselvarer skal revideres, er det viktig at alle organiske materialer vurderes på samme måte. Regelverket må sikre at mengden næringsstoffer og tungmetaller på arealbasis blir forsvarlig.

## Aske og forbrenningsprodukter

Når det mange steder er innført restriksjoner på brenning av halm ute på jordet, er det ikke fordi en er redd for økte konsentrasjoner av tungmetaller i halmasken, men på grunn av luftforurensning. Å pløye

Tabell 1. Konsentrasjoner av næringsstoffer (g/100 g TS) og utvalgte tungmetaller (mg/kg TS) og mengde i g/daa ved 8 kg total N/daa av blautgjødning, flytende biorest og matavfallskompost

	Blautgjødning storfe		Biorest av matavfall		Kompostert matavfall	
	g/100 g TS   mg/kg TS	8 kg N/daa g/daa	g/100 g TS   mg/kg TS	8 kg N/daa g/daa	g/100 g TS   mg/kg TS	8 kg N/daa g/daa
N	3,33	8000	22,9	8000	2,37	8000
NH <sub>4</sub> -N	1,50	3603	11,5	4017	0,2	675
P	0,62	1489	1,60	559	0,60	2025
K	4,1	9848	9,4	3284	0,75	2532
S	4730	1136	5970	209	3930	1327
B	28,9	6,9	82,7	2,9	24,2	8,2
Zn	172 (I)	41,3	495 (II)	17,3	107 (0)	36,1
Cu	31,9 (0)	7,7	93,9 (I)	3,3	39,4 (0)	13,3
Cd	0,1 (0)	0,02	0,65 (I)	0,02	0,25 (0)	0,08
Hg	0,08 (0)	0,02	0,69 (II)	0,02	0,08 (0)	0,03

ned halmen eller harve den inn i jorda er helt greit. Hvis en derimot brenner halmen i et biobrenselanlegg og tenker å tilbakeføre halmasken til jordbruksareal, vil en i mange tilfeller oppdage at asken er vesentlig mer konsentrert på enkelte tungmetaller enn grenseverdiene i kvalitetsklasse II og dermed forbudt å tilbakeføre til jordbruksareal. I Danmark har en løst dette problemet ved å samle opp bunnaske og flyveaske separat (Hansen 2004), fordi bunnasken har vesentlig lavere konsentrasjoner av sink og kadmium enn i flyveaske. Tilsvarende er det mulig å skille bunnaske og flyveaske ved brenning av trevirke (tabell 2), og oppnå en bunnaske med lavt innhold av kadmium og sink, som kan tillates brukt på jordbruksareal. Problemstillingen er imidlertid at selv om aske kan betraktes som jordforbedringsmiddel, er det ingen som i praksis vil nytte så mye som 2 tonn aske/dekar/10 år. Aske har kalkeffekt, men i motsetning til rene kalkingsmidler inneholder biobrenselasker en del næringsstoffer som kalium (6-8 %) og fosfor (1-2,5 %) (Hansen 2004), som en absolutt må ta med i betraktning når en skal bestemme riktig dosering. I bunnaske er 40-50 % av fosforet citratløselig (Hansen 2004), og en kan således forvente at aske vil virke både som fosfor- og kaliumgjødning. I forsøk med blanding av kjøttbeinmel (KBM) og bioaske, ble det tilført 170 kg KBM/daa og 120 kg aske/daa. Denne blandingen ga tilsvarende NPK-fordeling som Fullgjødning 21-4-10 og hadde også like god virkning som den (Haraldsen *et al.* 2005). En slik blandingsgjødning vil også øke pH i jorda, og nevnte blanding økte pH med om lag 0,5 enheter i en sandjord. Bruk av bunnaske fra biobrenselanlegg vil i praksis bli begrenset ut fra kaliumtilførsel i spredeåret og pH-økning i vekstmediet når det

gjelder antall ganger en vil nytte aske som gjødning/kalkingsmiddel i løpet av en 10 års periode. Det er sannsynlig at en i praksis vil tilføre mindre enn 1 tonn aske/daa i løpet av en 10 års periode for å sikre at pH holdes på et rimelig nivå. Når en skal fastsette hvilke konsentrasjoner av tungmetaller som kan tillates i aske som nyttes på jordbruksareal, bør en således ta hensyn til at mengden i praksis vil være langt mindre enn 2 tonn/dekar i løpet av en 10-års periode. Det vil derfor være for strengt å bruke grenseverdiene for tungmetaller i kvalitetsklasse II for aske for bruk på jordbruksareal.

Tabell 2. Konsentrasjoner av tungmetaller i bunnaske og flyveaske av ved og bark av furu

Stoff	Bunnaske	Flyveaske	Klasse I	Klasse II
Bly	34	38	60	80
Kadmium	0,26	64	0,8	2
Sink	279	3590	400	800
Kobber	34	101	150	650
Krom	47	100	60	100
Nikkel	26	30	30	50
Kvikksølv	<0,1	<0,1	0,6	3

## Referanser

- Hansen, M.T. 2004. Separation og genanvendelse af aske fra biobrenselanlæg. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Miljøprosjekt Nr. 962 2004. 161s.
- Haraldsen, T.K., Jeng, A., Grønlund, A. Pedersen, P.A., Lindemark, P.O., Solberg, H. & Vagle, A. 2005. Kjøttbeinmel som nitrogen og fosforgjødning. Resultater fra kar- og markforsøk i 2003 og 2004. Jordforsk rapport 10/05. 21s.
- Mattilsynet 2007. Veiledning til forskrift 4. Juli 2003 nr 951 om gjødselvarer mv. av organisk opphav. 50s.

# Første omfattende risikovurdering av avløpsslam i Norge

For første gang er det i Norge foretatt en omfattende risikovurdering av avløpsslam som jordforbedringsmiddel.

Anne Finstad

Vitenskapskomiteen for mattrygghet  
anne.finstad@fhi.no

Risikovurderingen er gjennomført av Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) på oppdrag for Mattilsynet. VKM konkluderer med at konsum av mat (inkludert drikkevann) som er dyrket i jord tilsatt avløpsslam ikke utgjør noen signifikant helserisiko for de vurderte forurensende stoffene.

Det er imidlertid mulig at folk som kun spiser grønnsaker dyrket på slamført jord får i seg mer kadmium og kobber enn de estimerte tolerable inntaksverdiene, men sannsynligheten for et slik scenario, for eksempel der bønder bare spiser egenproduserte grønnsaker, er ikke vurdert i denne risikovurderingen. Merk at ifølge regelverket kan man ikke dyrke grønnsaker, bær og poteter på slamført jord de første tre årene etter slambehandling.

Modellen som er brukt til å beregne jordkonsentrasjoner indikerer at man vil kunne se en økning av metallene kadmium og kvikksølv i tillegg til kobber og sink ved bruk av avløpsslam over tid. Det anbefales derfor at konsentrasjonene av disse metallene i avløpsslam overvåkes. Videre anbefales kontinuerlig arbeid med å redusere innholde av disse metallene i avløpsslam.

VKM anser at bruk av avløpsslam medfører liten risiko for jordøkosystemet. Oktylfenol, nonylfenol og linære alkylbenzenesulfonater (LAS) er de eneste forurensende stoffene i denne risikovurderingen som er estimert til å nå konsentrasjoner som overskrider estimerte ikke-effektsnivåer (predicted no effect concentration, PNEC-verdiene) for jord. Disse stoffene brytes raskt ned i jord og de høyeste konsentrasjonene nås rett etter hver tilførsel av avløpsslam. Imidlertid er konsentrasjonene usikre, tilgjengelighet av forekomstdata for oktylfenol, nonylfenol og LAS i norsk avløpsslam er begrenset og det finnes begrenset informasjon om effektene av disse stoffene i jord.

Det er lite sannsynlig at antibakteriell resistens vil utvikles i avløpsvann fra slamreanseanlegget, i avløpsslammet eller i jord som følge av bruk av avløpsslam som jordforbedringsmiddel. Et unntak kan være mulig utvikling av resistens til fluorokinolonene ciprofloxacin i jord på grunn av langtidspersistens og begrenset mobilitet av disse forbindelsene i jord.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet ble av Mattilsynet bedt om å risikovurdere i alt 12 eksponeringsveier for syv uorganiske stoffer (kadmium, bly, kvikksølv, nikkell, sink, kobber og krom), organiske stoffer (ftalater, oktylfenoler- og oktylfenoletoksy-later, nonylfenoler og nonylfenoletoksy-later, linære alkylbenzenesulfonater (LAS), polyklorinerte bifenyler (PCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)) i tillegg til legemidler.

Utvelgelsen av legemidler inkludert i de få undersøkelser som er tilgjengelige ser ikke ut til å være basert på risiko for effekter eller sannsynlighet for at de gjenfinnes i miljøet. Det ble derfor utviklet en trinnvis tilnærming for å estimere konsentrasjoner av legemidler i avløpsslam. Utfallet av den trinnvise tilnærmingen er en liste på 14 legemidler som potensielt kan gjenfinnes i jord etter bruk av avløpsslam. En mer detaljert risikovurdering av disse 14 legemidlene ble gjennomført med samme metode som for de andre forurensende stoffene.

## Rapporten

Rapporten er trykket opp og kan bestilles gratis fra VKMs sekretariat på e-post [vkm@fhi.no](mailto:vkm@fhi.no)

**Rapporten er utarbeidet av:**

Gunnar Sundstøl Eriksen (leder av ad hoc-gruppen)  
Carl Einar Amundsen  
Aksel Bernhoft  
Trine Eggen  
Kari Grave  
Bent Halling-Sørensen  
Torsten Källqvist  
Trine Sogn  
Line Sverdrup

**Vurdert av:**

Rapporten fra ad hoc-gruppen er vurdert og godkjent av faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og legemiddelrester (Faggruppe 5) i VKM.  
Medlemmer av faggruppe 5: Janneche Utne Skåre (Chair), Jan Alexander, Augustine Arukwe, Trine Eggen, Gunnar Sundstøl Eriksen, Christiane Kruse Fæste, Kari Grave, Helle Katrine Knutsen, Amund Måge, Anders Ruus

**Koordinatorer fra sekretariatet:**

Anne Finstad, Marie Louise Wiborg, Siamak Yazdankhah



# Biorest - en risiko i økologisk landbruk?

**Biorest, restprodukt fra biogassproduksjon på matavfall, utgjør liten risiko brukt som gjødsel i økologisk landbruk.**

Espen Govasmark<sup>1</sup>, Børge Holen<sup>2</sup>, Jessica Stäb<sup>3</sup>, Mirja Salkinoja-Salonen<sup>4</sup>, Douwe Hoornstra<sup>4</sup>, Hilde Marit Østlie<sup>5</sup> og Tommy Nesbakk<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Bioforsk Jord og miljø, Ås, <sup>2</sup> Bioforsk Plantehele, <sup>3</sup> University of Stuttgart, Germany <sup>4</sup> University of Helsinki, Finland,

<sup>5</sup> Universitet for miljø og biovitenskap, <sup>6</sup> Mjøsanlegget AS, Lillehammer

espen.govasmark@bioforsk.no

## Innledning

Biorest, et restprodukt fra anaerob fermentering av organisk avfall for å produsere biogass (metan) er en av flere behandlingsmåte for utnyttning av kildesortert matavfall til energiproduksjon. I forskningsprosjektet "Biogas residue - a safety risk in organic farming?" (2008-2010) er innholdet av de uønskede stoffene tungmetaller, organiske miljøgifter, pesticider og patogene bakterier (*Escherichia coli* og *Bacillus cereus*) i biorest fra Mjøsanlegget AS på Lillehammer undersøkt over en periode på 12 måneder. I tillegg ble det gjennomført tilsvarende analyser av biorest ved 2 biogassanlegg i januar, som begge benyttet matavfall som energikilde. Formålet med forskningsprosjektet er vitenskapelig å dokumentere de innholdsstoffene som følger biorest fra kildesortert matavfall, for deretter å vurdere om dette medfører en risiko for økologisk landbruk med hensyn på spredning og opptak av de samme stoffene i jordfauna og planter.

## Materiale og metode

I del en av forskningsprosjektet ble biorest fra biogassanlegget delt i en flytende og en fast fase ved sentrifugering. Begge fraksjonene ble innsamlet direkte fra råtnetanken på anlegget i lukkede beholdere og kjølt ned i begynnelsen av hver måned i perioden fra mai 2008 til og med april 2009. Innholdet av tungmetaller og næringsstoffer ble analysert ved Universitet for miljø og biovitenskap, Institutt for plante og miljøvitenskap, organiske miljøgifter ble analysert ved Universitetet i Stuttgart - Tyskland, pesticider ble analysert ved Bioforsk Plantehele og patogene bakterier ved Universitetet i Helsinki - Finland.

I del to av forskningsprosjektet ble både fiber og væskefraksjonen fra biorest i januar brukt som substrat til meitemark (væske; 0, 0,5, 5, 10, 25 % v/v) (fiber;

0, 0,5, 5, 10, 25, 50 % v/v) og som gjødsel til hveteplanter (16 kg N/daa) i et utendørs potteforsøk hvor lukkede potter ble gravd ned i jorda og hvete høstet ved grønn/gul modning. Det ble gjennomført analyser av pesticider og organiske miljøgifter i meitemark, og analyser av tungmetaller, essensielle næringsstoffer og pesticider i hele hveteplanter. Det vil i tillegg bli analysert for organiske miljøgifter og *B. cereus* i hveteplantene. I del to ble også *B. cereus* isolert fra flytende fraksjon av biorest inokulert i melkeprodukter og deres overlevelse undersøkt i råmelk, fermentert melk og i Camembert ost ved Universitet for miljø og biovitenskap - Institutt for kjemi, biologi og matvitenskap.

## Resultat og diskusjon

### Tungmetaller

Innholdet av tungmetaller i fiberfraksjonen tilfredstilte klassifiseringsklasse 1 i henhold til Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Tørrstoff (TS) i fiber varierte fra 22 til 34 % og innholdet av sink (Zn) (162-364 mg/kg TS) og kobber (Cu) (43-71 mg/kg TS) var begrensende for klassifiseringen. I væskefraksjonen var det 1,9 til 3,4 % TS og innholdet av Zn (132-422 mg/kg TS), Cu (23-57 mg/kg TS) og kadmium (Cd) (0,21-0,56 mg/kg TS) var begrensede tungmetall. Mer enn 98 % av tungmetallkonsentrasjonen i væskefraksjonen var bundet partikulært. Innholdet av Zn og Cu i hveteplanter økte fra 43 til 56 mg Zn/kg TS og 25 til 30 til 40 mg Cu/kg TS mens innholdet av Cd ikke økte ved gjødsling med væskeandelen av biorest.

### Organiske miljøgifter

Biorest fiber og biorest væske ble begge undersøkt for 48 organiske miljøgifter, hvor ingen av miljøgiftene ved Mjøsanlegget AS overskred tillatte konsentrasjoner av miljøgiftene i kompost i EU. Konsentrasjonen av miljøgifter var høyest i fiberfraksjonen, og viser at

miljøgiftene i stor grad er bundet til organiske molekyler. Innholdet av Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner ( $\Sigma$  16 PAH) var 0,58-1,55 mg/kg TS fiber, hvor høyeste målte konsentrasjon var ca 50 % av tillatte mengde  $\Sigma$  16 PAH i kompost i Danmark (3 mg/kg TS kompost). Bakgrunnskonsentrasjonen i humus (0-5 cm) i norsk jordsmonn er 5-820 mg/kg. Konsentrasjonen av Polyklorerte Bifenylar ( $\Sigma$  6 PCB) var 4,2-12,6  $\mu$ g/kg TS fiber, hvor høyeste målte konsentrasjon er 1 % av tillatt konsentrasjon i kompost i Østerrike (1 mg/kg TS). Bakgrunnskonsentrasjon i humus i norsk jordsmonn er 2,7-26,8 mg/kg. Konsentrasjonen av Bromerte flammehemmere (Polybrominated Diphenyl Ethers - PBDE) varierte mellom 2,4-9,5 mg/kg TS fiber, men her er det ingen kjente nasjonale eller internasjonale grenseverdier i kompost. Konsentrasjon av PBDE i jord i Norge er 0,1-3,0 mg/kg TS. Konsentrasjonen av Bis(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP) varierte fra 13-45 mg/kg TS fiber, hvor høyeste målte konsentrasjon var 90 % av tillatte konsentrasjon av DEHP i dansk kompost (50 mg/kg TS), men 45 % av tillatte konsentrasjon i slam i EU (100 mg/kg TS).

I forsøket med meitemark, ble det ikke funnet økte konsentrasjoner av DEHP i meitemark forhold til kontroll, men dette skyldes trolig at konsentrasjonen av DEHP i utgangspunktet var høyt. Her vil det bli utført videre studier. Om DEHP ble tatt opp i hvete og hvordan DEHP oppførte seg i jord og kompost vil bli undersøkt.

### Pesticider

Det ble undersøkt for 251 pesticider i biorest, hvor det ble påvist 9 ulike pesticider. Av disse 9 pesticidene var det kun Imazalil (<0,3-5,8 mg/kg TS) og Thiabendazol (<0,3-0,7 mg/kg TS) som ble påvist rutinemessig. Begge pesticidene benyttes post-harvest på citrusfrukter og banan. De høyeste konsentrasjonene finner man derfor i perioden januar til april, og de laveste konsentrasjonene i sommermånedene. Det finnes ingen grenseverdier for disse pesticidene i kompost. Det ble ikke funnet rester av pesticider i hveteplanter med ved høyeste konsentrasjon av fiber ble det funnet Imazalil i meitemark.

### Bakterier

Bakterier ble sporet for deres DNA og for om de levde i biorest. Det var kun DNA til *E.coli* mens ingen levende bakterier som ble funnet, som betyr at *E.coli* ikke er et problem. Det ble funnet levende *B. cereus* i store mengder ( $0,5-500 \times 10^6$  CFU/ml biorest væske),

hvor 0,1 til 10 % var varmestabile sporer (80 °C:10 min). Totalt ble det identifisert 24 genotyper, hvor 1 er positivt identifisert som cerulide produserende (4 %), altså *B. cereus* som danner giftige forbindelser og som kan forårsake matforgiftning. I jord er det "vanligvis" 2 % av *B. cereus* som er cerulide dannende. I barnemat i Sverige og Frankrike er det en grense på  $1 \times 10^4$  CFU/g hvor det i flere undersøkelser er påvist at ca 11 % er cerulide produserende.

Genotyper av *B. cereus* som ble identifisert i biorest ble deretter tilsatt råmelk, fermentert melk og tilsatt ostekultur av Camembert. Resultatene viste at *B. cereus* fra biorest ikke formerer seg i melk ved 4 og 7 °C men ved 20 og 32 °C, at fermentering med melkesyrebakterier forhindret *B. cereus* i å danne sporer hovedsakelig grunnet lav pH. Videre ble det og påvist at *B. cereus* ikke overlevde ysteprosessen til Camembert, selv om det i en av prøvene ble funnet sporer men ingen levende bakterier av *B. cereus*.

Resultatene i det pågående forskningsprosjektet har vist at innhold av Zn og Cu i plantene økte til ønsket nivå i plantene (WHO) ved bruk av biorest som gjødsel, at konsentrasjon av organiske miljøgifter er lavere enn tillatt i EU og at disse ikke akkumulerer i meitemark, at antall av pesticider få men at konsentrasjonen er høy av særlig 2 pesticider og at det bakteriologisk er trygt å bruke biorest som gjødsel i norsk landbruk. Forskergruppen bak dette arbeidet anser det derfor som trygt å benytte biorest som gjødsel i økologisk landbruk, selv om ikke alle sider ved bruken er dokumentert i dette arbeidet. Forskergruppen ønsker også å opplyse om at de mengdene biorest som er brukt i de ulike forsøkene overstiger de mengdene som praktisk vil bli benyttet i landbruket grunnet høye konsentrasjoner av nitrogen.

# Nanomaterialer og risiko. Hva og hvor mye vil ende opp i jord?

Nanomaterialer benyttes i stadig flere nanoteknologiske produkter og slippes i dag ut i miljøet bl.a. gjennom avløpsvann. Flere nanomaterialer er giftige og kan potensielt skape nye miljøproblemer. Her presenteres noen av de vanligste nanomaterialene mht mobilitet og giftighet i miljøet. Videre pekes det på mulige framtidige problemer med materialer og anvendelser som er under utvikling.

Erik J. Joner  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
erik.joner@bioforsk.no

Nanoteknologi er for tiden det raskest voksende området innen forskning og utvikling, og en teknologi som vil påvirke oss alle i svært stor grad i løpet av noen få år. Allerede i dag finnes hundrevis av produkter på markedet som enten benytter nanoteknologi i produksjon eller inneholder nanomaterialer. Nanomaterialer er materialer som har dimensjoner i nanometerskala (1-100 nm), og man skiller gjerne mellom nanopartikler, nanorør og membraner, som har nanometerdimensjoner i hhv. 3, 2 eller én dimensjon. Det er de to første som har størst mulighet for å utgjøre en risiko for helse og miljø, og i dag forskes det intenst også på mulige uønskede effekter av nanomaterialer som slipper ut i jord, luft og vann. To av de vanligste nanomaterialene i forbrukerprodukter er titanoksid ( $\text{TiO}_2$ ) og nanosølv (Ag). Disse brukes hovedsakelig i hhv solkrem og som antibakterielt materiale (i kjøleskap, vaskemaskiner, sårplaster, osv). Mens  $\text{TiO}_2$  har vist seg å være relativt harmløst for både mennesker og organismer i naturen, er nanosølv svært giftig for en rekke organismer, særlig bakterier og vannlevende organismer. På Bioforsk har vi det siste året påvist at f.eks. denitrifiserende jordbakterier dør ved eksponering for så lite som 10 ppb ( $\mu\text{g/l}$ ) nanosølv. Også på meitemark har vi målt negative effekter av 5-10 ppm nanosølv (Lapied *et al.* Submitted). I vann finnes det andre publiserte målinger som viser giftighet overfor fisk ved konsentrasjoner ned til 20  $\mu\text{g/l}$  (Lee *et al.* 2007).

Problemet med nanomaterialer er at de har andre egenskaper enn tilsvarende materialer som er større. På nanometernivå vil overflaten ha andre egenskaper mht. ladning, og vil derfor for eksempel oppføre seg

annerledes når det gjelder ledningsevne for strøm og de kan være svært mye mer reaktive i kjemiske reaksjoner. Dessuten vil de på grunn av sin størrelse ha andre egenskaper når det gjelder transport i jord og vann, og opptak i organismer. Det skapte stor oppmerksomhet da man for noen år siden viste at nanomaterialer kan tas opp gjennom luktnerven og krysse blod-hjerne-barrieren etter slikt opptak (Oberdörster 2004). Det har også vakt stor oppmerksomhet at karbonnanorør har oppført seg svært likt asbestfibere når de havner i lungene (Poland *et al.* 2008). På miljøsidene har det blitt vist at nanomaterialer kan kapsles inn i oppløst organisk materiale (DOC) og dermed bli svært mobile i vann (Hyung *et al.* 2007).

En del nanomaterialer vil ende opp i vann og jord, enten ved direkte utslipp eller ved at de havner i avløpsvann.  $\text{TiO}_2$  fra solkrem som vaskes av når man dusjer og Ag som frigjøres ved klesvask (enkelte vaskemaskiner avgir antibakterielt nanosølv og en rekke tekstiler selges også med nanosølv som etter hvert slites av ved vask) vil for eksempel end opp i avløpsvann (Gottschalk *et al.* 2009). Hvorvidt disse materialene kan tas opp av planter og kommer inn i næringskjeden er usikkert, selv om forsøk med opptak fra vann (hydroponics) har vist opptak av nanomaterialer i planter (Stampoulis *et al.* 2009). Den immobiliserende effekten av kontakt med jordpartikler vil trolig påvirke slikt opptak i stor grad. Både dette og andre økotoksikologiske undersøkelser må nemlig ta hensyn til biotilgjengelighet og eksponering. Ved Bioforsk har vi gjort noen av de første sammenlikninger av økotoksitet av nanomaterialer i jord og vann og funnet at jord har mindre påvirkning på giftighet og

biotilgjengelighet enn forventet. Det har vært antatt at jord ville redusere giftighet i størrelsesorden 100-1000 ganger, mens våre resultater viser 2-10 ganger lavere toksisitet i jord sammenliknet med toksisitet i vann (El-Temsah & Joner Submitted; Lapied *et al.* Submitted).

En av de største utfordringene når man skal kvantifisere uønskede effekter av nanomaterialer på organismer i naturen er å beskrive og beregne eksponering. Eksponering påvirkes ikke bare av i hvilken grad organismer kommer i kontakt med nanomaterialer, men også om de fysiske og kjemiske egenskapene ved nanomaterialer endres i kontakt med oppløste og partikulære bestanddeler i jord og vann, slik at giftvirkningen endres. Svært få studier har sett på organismers eksponering for nanomaterialer under realistiske betingelser, og de fleste av disse handler om akvatiske miljøer. Bioforsk har, i samarbeid med UMB, nylig vist at eksponering i jord kan variere svært mye, og at meitemark akkumulerer og skiller ut nanomaterialer i ulik grad avhengig av egenskaper ved disse nanomaterialene. Nanosølv akkumuleres således ikke i meitemark, mens nanopartikler av kobolt akkumuleres i høy grad (Courtris *et al.* Submitted). Spørsmålet om nanomaterialer bioakkumuleres i organismer er avgjørende for intern eksponering og vil kunne lede til biomagnifisering (oppkonsentrering i næringskjeder), noe som vil kunne plassere enkelte nanomaterialer i klasse med de mest problematiske miljøgiftene.

## Referanser

- Courtris, C., Hertel-Aas, T., Lapied, E., Joner, E.J. & Oughton, D.H. Submitted. Bioavailability of cobalt and silver nanoparticles to the earthworm *Eisenia fetida*. Environmental Science and Technology.
- El-Temsah, Y.S. & Joner, E.J. Submitted. Impact of Fe and Ag nanoparticles on seed germination and differences in bioavailability during exposure in aqueous suspension and soil. Environmental Toxicology.
- Gottschalk, F., Sonderer, T., Scholz, R.W. & Nowack, B. 2009. Modeled environmental concentrations of engineered nanomaterials (TiO<sub>2</sub>, ZnO, Ag, CNT, Fullerenes) for different regions. Environmental Science and Technology 43:9216-9222.
- Hyung, H., Fortner, J.D., Hughes, J.B. & Kim, J.-H. 2007. Natural organic matter stabilizes carbon nanotubes in the aqueous phase. Environmental Science and Technology 41:179-184.
- Lapied, E., Moudilou, E., Exbrayat, J.-M., Oughton, D.H. & Joner, E.J. Submitted. Silver nanoparticle exposure cause apoptotic response in the earthworm *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta). Nanomedicine.
- Lee, K.J., Nallathamby, P.D., Browning, L.M., Osgood, C.J. & Xu, X.-H.N. 2007. In vivo imaging of transport and biocompatibility of single silver nanoparticles in early development of zebrafish embryos ACS Nano 1:133-143.
- Oberdörster, E. 2004. Manufactured nanomaterials (Fullerenes, C-60) induce oxidative stress in the brain of juvenile largemouth bass. Environmental Health Perspectives 112:1058-1062.
- Poland, C.A., Duffin, R., Kinloch, I., Maynard, A., Wallace, W.A.H., Seaton, A., Stone, V., Brown, S., MacNee, W. & Donaldson, K. 2008. Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. Nature Nanotechnology 3:423-428.
- Stampoulis, D., Sinha, S.K. & White, J.C. 2009. Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. Environmental Science and Technology 43:9473-9479.

# Karbonlagring i jord - klimaeffekter ved omlegging fra åpen åker til gras på bakkeplanerte arealer

Omlegging fra åker til gras på bakkeplanert jord må antas å føre til økt karbonbinding i jord. Men på grunn av økte utslipp av metan og lystgass fra husdyrproduksjonen vil netto-utslippene av klimagasser som regel øke. Årlig karbonbinding må være minst 100 kg per dekar og avlingene mindre enn gjennomsnittet dersom en omlegging til gras skal føre til en netto reduksjon av klimagassutslippene.

Arne Grønlund

Bioforsk Jord og miljø, Ås  
arne.gronlund@bioforsk.no

## Klimagassbalanse i jordbruksjord

Klimagassbalansen i jordbruket omfatter en rekke poster, hvor de viktigste er karbonbalansen i jord, utslipp av lystgass fra gjødsel og jord samt utslipp av metan fra husdyr dersom avlingen brukes til fôr. Karbonbalansen i jord er avhengig av driftsform. Ensidig åkerdyrking med høstpløying kan gi tap av karbon, mens gras kan binde karbon i jord. En omlegging fra åker til grasdyrking kan derfor forventes å føre til økt karbonbinding i jorda, men også til større utslipp av klimagasser fra husdyr, spesielt metan fra fordøyelsen til drøvtyggere. Der er derfor usikkert om grasdyrking gir mindre nettoutslipp av klimagasser enn åkerjord. Resultatet vil avhenge av bl. a. karbontapet ved åkerdyrking, karbonbindingen ved grasdyrking og avlingsstørrelsen.

## Bakkeplanert jord

Bakkeplanert jord utgjør ca 450 000 dekar i korn dyrkingsområdene på Østlandet og i Trøndelag og antas å gi generelt lavere kornavlinger enn uplanert jord. Institutt for skog og landskap har beregnet karboninnholdet til ca 9 tonn per dekar i gjennomsnitt i den øverste meteren, som er ca 5 tonn lavere enn i uplanert mineraljord i de samme områdene. Karbonbindingen ved grasdyrking vil normalt være størst når karboninnholdet i utgangspunktet er lavt. Planert jord må derfor antas å ha større potensial for karbonbinding enn annen mineraljord i Norge. Differansen på 5 tonn karbon per dekar kan være et mål for det langsiktige potensialet for karbonbinding ved overgang fra åker til grasdyrking på planert jord.

Bakkeplanert jord er mer utsatt for erosjon enn

uplanert jord, delvis på grunn av dårligere struktur og større eroderbarhet, og delvis på grunn av generelt brattere helling. I tillegg til økt karbonbinding vil omlegging til gras bidra til mindre erosjon og vannforurensning.

Det årlige karbontapet ved ensidig åkerdyrking med høstpløying antas å være mellom 30 og 60 kg per dekar og er størst ved høyt karboninnhold. Karbonbindingen ved grasdyrking kan antas å være mellom 50 og 100 kg per dekar.

## Fôrbehov og avkasting ved kjøttproduksjon

Ved beregning av klimaeffekter ved omlegging til gras på bakkeplanert jord har en forutsatt at kornavlingen brukes til svinefôr og at grasavlingen brukes til spesialisert kjøttproduksjon av storfe med en kraftfôrandel på 5 %. Fôrbehovet til svin er forutsatt å være 4,9 FE per kg slaktevekt, inkludert behovet til avlspurka. Det er forutsatt 2 kull med 10 grisunger per år. Fôrbehovet og kjøttproduksjonen av storfe er beregnet som totalt fôrbehov og kjøttproduksjon per livsløp for en ammeku med 6 påsett. Forutsetninger som er lagt til grunn er vist i tabell 1.

Tabell 1. Fôrbehov og slaktevekt til storfe ved spesialisert kjøttproduksjon

	FE per dyr	Slaktevekt kg
Ammeku		283
Oppal kvige	2600	
Årlig vedlikehold	1600	
Årlig produksjonsfôr	400	
Okse/kvige fram til slakt	3200	325
Ammeku + 6 slaktedyr	33 800	2232

Tabell 2. Koeffisienter for utslipp av metan og lystgass fra husdyr og husdyrgjødsel

	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O
	Fordøyelse	Gjødsel	
Ungdyr 0-12 mnd	50	2,8	0,5
Ungdyr 12-24 mnd	75	5,6	0,8
Voksen ammeku per år	125	7,2	1,2
Avlspurke per år	0	3,5	0,24
Slaktesvin (24 uker)	0	0,8	0,09

Det gjennomsnittlige fôrbehovet per kg slaktevekt er beregnet til 15 FE. Normavling per dekar for Østlandet antas å være 600 FE i gras ved kombinert beiting og slått og 400 kg korn som tilsvarer 325 FE (1,23 kg/FE). En grasavling på 600 FE pluss 5 % kraftfôr vil kunne gi en produksjon på 42 kg storfekjøtt. Ved kornproduksjon vil det samme arealet kunne gi 73 kg svinekjøtt. På bakkeplanert jord kan en regne med noe lavere avling og tilsvarende mindre kjøttproduksjon.

### Klimagassbalanse

Klimaeffektene ved omlegging til gras på bakkeplanert jord er beregnet ved en forenklet klimagassbalanse for korn- og grasproduksjon hvor følgende faktorer inngår:

- Karbontap ved åkerdyrking (høstpløying) som er antatt å være 30 - 60 kg C per dekar og omvendt proporsjonal med avlingsstørrelsen
- Karbonbinding ved grasdyrking som er forutsatt å være proporsjonal med avlingsstørrelsen
- Metan fra husdyr og husdyrgjødsel beregnet på grunnlag koeffisienter vist i tabell 2
- Lystgass fra husdyrgjødsel og kunstgjødsel i jord, forutsatt at N<sub>2</sub>O-N=1,25 % av total N

- Utslipp av CO<sub>2</sub> og lystgass fra kunstgjødselproduksjon, satt til 4 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg N. Det er forutsatt N-gjødsling etter norm (9,5 kg til 400 korn og 15 kg til 400 FE gras).

Tabell 3 viser klimagassbalansen på bakkeplanert jord ved tre ulike alternativer for karbonbinding og relativ avling. Nettutslippene fra korn- og svineproduksjon er beregnet til ca 240 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per dekar og varierer lite med avlingsstørrelsen. Utslippene per kg slaktevekt går ned med økende kornavling. Karbontapet fra jord utgjør omlag halvparten av de beregnede utslippene fra korn- og svineproduksjon. Ved redusert jordarbeiding ville utslippene vært ca 25-50 % lavere. Grasdyrking og storfekjøttproduksjon fører generelt til større nettoutslipp av klimagasser. Med de forutsetningene som er gjort i beregningen vil omlegging til gras gi mindre netto klimagassutslipp per dekar dersom den årlige karbonbindingen er minst 100 kg per dekar og avlingen er mindre enn 85 % av normalavling. Målt per kg slaktevekt er utslippene fra gras- og storfeproduksjon 2 - 4 ganger større enn fra korn og svineproduksjon. Forskjellen er størst ved lav karbonbinding og stor avling.

### Konklusjon

Omlegging fra åpen åker til gras på bakkeplanert jord kan gi økt karbonbinding og redusert erosjon, men på grunn av økte utslipp av metan og lystgass fra husdyrproduksjon kan nettoutslippene av klimagasser forventes å øke. En sikker klimagasseffekt kan bare oppnås dersom omleggingen kombineres med en tilsvarende omlegging fra gras til korn på uplanert jord med normal avling og moderat erosjonsfare. Klimagassreduksjonen vil være størst når den planerte jorda har liten avling, lavt karboninnhold og dermed stort potensial for karbonbinding.

Tabell 3. Forenklet klimagassbalanse på bakkeplanert areal

Kg C-binding ved normal grasavling (600 FE)	Relativ avling planert areal	Antatt C-tap ved aktuell kornavling	Antatt C-bind. v. akt. grasavling	Klimagassutslipp kg CO <sub>2</sub> -ekvivalenter			
				Per dekar		Per kg slaktevekt	
				Korn	Gras	Svin	Storfe
75	70 %	39	53	241	331	4,1	14,7
	85 %	35	64	238	387	3,6	14,1
	100 %	30	75	236	442	3,2	13,8
100	70 %	39	70	241	267	4,1	11,9
	85 %	35	85	238	309	3,6	11,3
	100 %	30	100	236	351	3,2	10,9
125	70 %	39	88	241	203	4,1	9,0
	85 %	35	106	238	231	3,6	8,5
	100 %	30	125	236	259	3,2	8,1

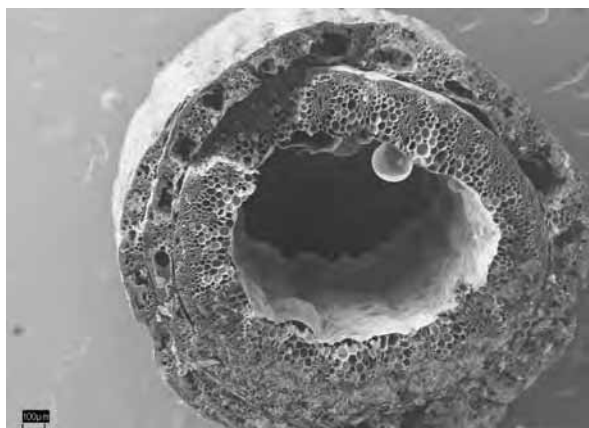
# Biokull som jordforbedringsmiddel og klimatiltak

Biokull synes å være en av de mest interessante metodene for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og lagre karbon permanent i jord. Teknikken er basert på pyrolyse hvor det også produseres olje som kan brukes til energiformål. Biokull antas også å ha flere positive effekter som jordforbedringsmiddel.

Daniel Rasse og Arne Grønlund  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
daniel.rasse@bioforsk.no

## Hva er biokull?

Biokull er forkullede rester av biomasse, f. eks. halm, trevirke og skogsavfall, med høyt innhold av karbon, i hovedsakelig i aromatiske forbindelser. I motsetning til fersk biomasse, hvor mesteparten av brytes ned i naturen i løpet av få år, er biokull svært motstandsdyktig mot nedbryting og kan lagres i jord i mer enn tusen år. Biokull kan dannes ved pyrolyse, som innebærer oppvarming til 500-600 grader ved lav oksygentilgang. Fysiske og kjemiske egenskaper til biokull kan variere sterkt avhengig av råstoff og pyrolysemetode.



Figur 1. Tverrsnitt av biokull fra halm. Foto: Bioforsk.

## Pyrolyseprodukter

Ved pyrolyse omdannes omtrent halvparten av karbonet i biomassen til biokull, ca 30 % til olje og ca 20 % til såkalte syngasser. Ca halvparten av oljen kan foredles til biodrivstoff og erstatte fossilt drivstoff, mens den andre halvparten kan anvendes til brensel eller andre formål. Syngassene forbrennes som regel direkte og overskuddsvarmen brukes for å opprettholde temperaturen og til å drive pyrolyseprosessen.

## Potensial for karbonlagring

Det bindes årlig ca 60 milliarder tonn karbon i biomasse gjennom fotosyntesen på landjorda. Omtrent like mye frigjøres gjennom biologisk nedbryting og skogbranner og går tilbake til atmosfæren. De naturlige utslippene fra død biomasse er ca 5 ganger større enn de antropogene utslippene i 2008. Ved produksjon av biokull brytes det naturlige karbonkretsløpet, slik at karbon bundet gjennom fotosyntesen ikke brytes ned, men kan lagres i jord i svært lang tid. Biokull er den teknologien som har størst kapasitet for å omdanne store mengder biomasse til stabilt karbon i jord. Det er funnet mer enn 1000 år gammelt biokull i jord fra skogbranner (Preston & Schmidt 2006). Lehmann *et al.* (2008) antar at oppholdstida er mellom 1300 og 2600 år i jord i Australia. Produksjon og lagring av biokull betraktes som en karbon-negativ prosess, siden den bidrar til å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Selv om bare en liten del av biomassen fra planter omdannes til biokull, vil det kunne oppveie for en stor del av de antropogene CO<sub>2</sub>-utslippene. Det har vært antydning at biokull kan fjerne opp til 4 milliarder tonn atmosfærisk karbon per år (Mathews, 2008) eller omtrent like mye som nettoøkningen i atmosfærisk CO<sub>2</sub>-innhold forårsaket av forbrenning av fossilt brensel og drivstoff.

Alle typer biomasse kan i prinsippet omdannes til biokull. I Norge er halm og skogsavfall de mest aktuelle råstoffene. En halmavling på 400 kg per dekar inneholder ca 160 kg karbon. Ved tilbakeføring som biomasse til jorda vil mesteparten være nedbrutt i løpet av relativt få år. Dersom halmen omdannes til biokull, vil omtrent 80 kg karbon kunne langtidslagres i jorda. Dette er ca 50 % mer enn det som tapes av karbon ved ensidig korndyrking med høstpløying.

I Sør-Amerika er det påvist opp til 9 % karbon som biokull i jord, som tilsvarer en mengde på 20-25 tonn karbon per dekar i matjordlaget. Ved en årlig tilførsel på 80 kg per dekar vil det ta ca 300 år før karboninnholdet har kommet opp i 9 %. Jordas kapasitet til å lagre biokull ser derfor ut til å være nærmest ubegrenset i forhold til råstofftilgangen.

### Effekt på klimagassbalansen

I tillegg til lagringseffekten av karbon, vil pyrolyseoljen kunne erstatte fossil olje. Dersom en forutsetter at pyrolyseoljen er likeverdig med råolje, vil den effekten på klimagassbalansen per tonn tørr biomasse bli som fremstilt i tabell 1.

Tabell 1. Potensiell effekt på klimagassbalansen av lagring av karbon i biokull

	Halm	Skogsavfall
Karboninnhold, kg	440	500
Karbon i biokull, kg	220	250
Lagringseffekt av biokull, kg CO <sub>2</sub>	807	917
Karbon i pyrolyseolje, kg	132	150
Substitusjonseffekt av biokull, kg CO <sub>2</sub>	484	550
Total effekt, kg CO <sub>2</sub>	1290	1466

Det produseres årlig mer en 1 million tonn halm i Norge. Dersom 75 % av halmen omdannes til biokull kan ca 165 000 tonn karbon lagres i jord, tilsvarende ca 600 000 tonn CO<sub>2</sub>. Substitusjonseffekten av pyrolyseolje kan anslås til ca 360 000 tonn CO<sub>2</sub> og totaleffekten ca 960 000 tonn CO<sub>2</sub> som er ca 15 % av jordbrukets utslipp av klimagasser, når karbontap fra jord er medregnet.

På grunn av antatt høyere karboninnhold er den forventede klimaeffekten større per mengde biomasse. Tilgangen på skogsavfall til biokullproduksjon er også vesentlig større.

### Jordforbedringsmiddel

Biokull har stabil kjemisk struktur, stor spesifikk overflate og stor kjemisk bindingsevne. Det antas derfor tilførsel av biokull kan ha positiv virkning på flere viktige agronomiske egenskaper: 1) Bedre vannlagringsevne, 2) bedre utnyttelse av næringsstoffer, 3) redusert utvasking, 4) immobilisering av miljøgifter, 5) redusert utslipp av lystgass, 6) bedre jordstruktur, 7) økt jordtemperatur om våren. Som et resultat av disse egenskapene kan en vente større avling. I Norge kan en vente best virkning i sandjord

hvor vannlagringsevnen og kationbyttekapasiteten er generelt lav. Det er imidlertid rapportert om både avlingsøkning og -nedgang etter tilførsel av biokull. Biokull kan også inneholde tungmetaller og organiske miljøgifter. Tungmetallinnholdet må antas å være lavt i biokull fra halm og kan variere betydelig i skogsavfall, avhengig av planteslag, plantedel og innhold i jordsmonnet.

### Forskningsbehov

Interessen for biokull som klimatilskott er stor og industrien er i ferd med å starte utviklingen av produkter av pyrolyse og biokull. Det er derfor stort behov for mer kunnskap om teknologien for framstilling av biokull og virkning i jord.

- Gjennomsnittlig oppholdstid for biokull i jord
- Effekt på næringstilstand i jord, vanninnhold og avlinger
- Effekt på jordlevende organismer
- Effekt på klimagassutslipp fra jord, først og fremst N<sub>2</sub>O, men også CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub> fra nedbryting av organisk materiale

Bioforsk startet opp med de første forsøkene i veksthus i 2009. Feltforsøk vil bli startet i 2010. Vi har også fått finansiering fra forskningsrådet for et prosjekt med tittel "Advanced techniques to evaluate the long-term stability and carbon sequestration potential of different types of biochar", innenfor (FRIENERGI, 2010-2013). Bioforsk er også partner i et Interreg-prosjekt med tittel "BIOCHAR Climate Saving Soils".



# Klimaeffekter og andre miljøkonsekvenser av drenering og alternativ bruk av myr

Store mengder karbon er lagret i myrer som torv. Drenering av torvmarker fører til økt emisjon av karbondioksid og lystgass, utlekking av næringssalter og erosjon. Kan en bedre forvaltning av myrrelaer gi mindre framtidige utslipp?

Bjørn Kløve

Bioforsk Jord- og miljø, Ås, Nordic Peat Network  
bjorn.klove@oulu.fi

## Myr og miljøkonsekvenser av drenering

Myr utgjør et stort areal i klima med fuktighet og overskudd av vann i den boreale sonen (Taigan). Lagring av planter til torv krever at vekstastigheten er større en nedbrytningen. Torvdannelsen vil pågå til veksthastigheten i det øvre torvlagret er lik med nedbrytningen i det dypere laget. Denne prosessen fører til dype torvlag med store mengder karbon. I Norden har myr dannet siden istiden utviklet torvlag på opptil 10-15 meter i de varmeste områdene.

I naturlig tilsatand har myr mange viktige økologiske funksjoner. Myrer har et unikt flora som danner grunnlag for høy biodiversitet. Mye av vannet i de boreale nedbørsfeltene er lagret i myr. Myrer har en viktig hydrologisk rolle som demper av flom og vannkilde i tørkeperioder (Kvæerner & Kløve 2008). Myr er en naturlig lagringsplass og buffer for næringsstoffer og tungmetaller gjennom atmosfærisk nedfall og tilsig fra omkringende nedslagsfelt.

Drenering av myr har pågått i lange tider siden 1800 tallet for jordbruk, torvuttak, og skogbruk (Kløve 1998). Grøfting av myr kan føre til store endringer på naturmiljøet. Når myr grøftes senkes vannstanden som fører til økt temperatur og oksygentilførsel, raske nedbryting og frigjøring av nitrogen, humus og noe fosfor som vaskes ut i vassdragene (Kløve 2001). I visse fall kan også erosjon av torv og underliggende mineraljord være stor og føre til endringer i vassdrageen nedstrøms (Marttila & Kløve 2008). Nedbrytningen fører også til et betydelig endring i gassbalansen med ofte store utslipp av klimagassen CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>O. I en bærekraftig utnyttelse av torvressurser bør man finne fram til metoder som reduserer utslippet og de negative konsekvensen av drenering.

## Karbonlagring og CO<sub>2</sub> utslipp

Myr kan lagre store mengder torv som inneholder karbon og har derfor en viktig funksjon i klimagassbalansen. Dannelse av torv sker når rester av torvplanter som mose, myrull og myrgress lagres til torv. Myrer med mose gir oftest størst lagring da mosen vokser raskt. Den netto årsveksten kan være opptil 0,5-4 mm.

I naturlig tilstand lagrer myr karbon fra atmosfæren via fotosyntese. Da plantene vokser vil myr ta opp CO<sub>2</sub> og binde dette til plantevekst. Dette skjer i det øverste torvlagret. I dypere torvlag er det nedbryting som er den viktigste prosessen. Da frigjøres karbon delvis som CO<sub>2</sub> i den umettede sonen øverst i myra men mest som CH<sub>4</sub> i den vannmettede oksygenfattige sonen. Naturlig myr vil alltid slippe ut en del metan da torv ofte er anarobt. På langt sikt vil myr som danner torv allikevel bidra til økt karbonlagring. Drenering og dyrking av myr fører til synking av torvlaget (setning) når oppdriften forsvinner og nedbryting av det organiske materialet fører til utslipp av CO<sub>2</sub>. Fra målinger i Nord-Norge kan man se at dette bidrar til et vesentlig nasjonalt utslipp (Grønlund *et al.* 2006). Totalt årlig myrsvinn på Vestlandet er observert til 2-4 cm. Etter hvert vil all organisk materiale i torv frigjøres til karbondioksid. Vider dyrking vil kun skje dersom underliggende mineraljord er egnet for dette. I mange fall har myr dannet på fjell og dyrking vil være umulig. Da marken synker som følge av torvsvinn vil dette kreve mere drenering som i visse fall vil være vanskelig. I mange tilfeller ser vi myrrelaer som er lagt brakk og ikke lenger i drift. Disse arelaene vil fortsatt bidra til CO<sub>2</sub> utslipp men dette kan kanskje reduseres ved restaurering.

## Kan bedre forvaltning av myrarealer redusere CO<sub>2</sub> utslipp?

Hvilke alternativ har vi for å begrense CO<sub>2</sub> utslipp fra drenert myr? Kan vi restaurere tidligere jordbruksmark som er tatt ut av drift for å lagre karbon? Da prosessene som påvirker myrdannelse er mange og vanskelig og det finnes ingen enkle svar. Dannelse av CO<sub>2</sub> kontrolleres delvis av jordas vannhusholdning som kan kontrolleres med drenering. Dersom dreneringen er god vil torven være luftig og CO<sub>2</sub> utslipp være stor. Intensiv drenering og dyrking av for eksempel korn og gulrot vil føre til høyere utslipp en grasproduksjon. Studier fra Sverige (Berglund *et al.* 2010) viser at CO<sub>2</sub> utslipp avtar i tørr torv. Dette tyder på at karbontapet skjer raskest under optimale fuktighetsforhold, kanskje i nærheten av feltkapasitet. Tørre forhold kan ventes på Østlandet, men i andre deler av Norge vil økt drenering oftest gi størst tap av CO<sub>2</sub>. Ny forskning må imidlertid gi bedre svar på denne hypotesen. Man vet at areal med gras ofte vil gi minst utslipp da grasproduksjonen krever mindre drenering og jordarbeiding. Forbedret drenering og vekstvilkår kan gi økte CO<sub>2</sub> utslipp. Ferske forskningsresultater viser faren for dette etter planering av myr (Kløve *et al.* 2010). Økt drenering av det øverste jordlaget med tette grøfter har vist redusert utslipp CO<sub>2</sub> i studier fra Nederland og England. De arealer som ikke dyrkes kan eventuelt tilbakeføres til torvmark eller våtmarker, men dette krever oppdemming og aktive tiltak. Økt fuktighet kan føre til hydrologiske forhold som myrplantene krever, men også til større utslipp av metan.

Høyt næringsinnhold av bl.a. fosfor i torven etter langvarig gjødsling kan være et hinder for myrplanter. Kunnskapen generert i forskningsprosjektene EUROPE-AT (EU 5 rammeprogram), Nordic Peat Network (NKJ nettverk) og det nye nordiske prosjektet MYRKLIMA (NKJ) vil kunne bidra til økt kunnskap om hva som kontrollerer utslipp av klimagasser og hvordan dette kan resurseres med ulike tiltak på dyrket myrmark.

## Referanser

- Berglund, Ö. Berglund, K. & Klemendtsson L. 2010. A lysimeter study on the effect of temperature on CO<sub>2</sub> emission from cultivated peat soils 154.
- Grønlund, A. Sveistrup, T. Søvik, A.K. Rasse, D. & Kløve, B. 2006. Degradation of cultivated peat soils in Northern Norway based on field scale CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emission measurements. *Archives of Agronomy and Soil Science* 52:149-159.
- Kløve, B. Sveistrup, T. E. & Hauge, A. 2010. Leaching of nutrients and emission of greenhouse gases from peatland cultivation at Bodin, Northern Norway. *Geoderma* 154:219-232.
- Kværner, J. & Kløve, B. 2008. Generation and regulation of summer runoff in a boreal flat fen. *Journal of Hydrology* 360:15-30.
- Kløve, B. 2001. Characteristics of nitrogen and phosphorus loads in peat mining wastewater. *Water Research* 35:2353-2362.
- Kløve, B. 1998. Plan for miljørettet veksttorvproduksjon og naturgjenoppbygging av arealer etter bruk- Konsekvenser av torvuttak, rensiltak og gjenoppbygging. *Jordforsk rapport 109/98*. 30s.
- Marttila, H. & Kløve, B. 2008. Erosion and deposition of peat sediment. *Water Resources Research*, 44.

# Klimaskifte for jordvernet

På papiret har Norge streng jordvernpolitikk, men politisk praksis har gitt omfattende ødeleggelse av gode jordbruksarealer. Det første klimaskifte for jordvernet kom da Stortinget sluttet seg til målet om halvert omdisponering innen 2010. Det andre klimaskiftet kommer når de globale klimaendringene endrer forutsetningene for verdens matproduksjon.

Arne Bardalen

Norsk institutt for skog og landskap

arne.bardalen@skogoglandskap.no

## Knappe ressurser

I Norge utgjør jordbruksarealene snaut 3 % av landområdet mens de i verden for øvrig utgjør ca 10 %. Av jordbruksarealet i Norge er bare om lag en tredjedel egnet for matkornproduksjon med dagens klimatiske betingelser. Tilgjengelige jordressurser er redusert med mer enn en million dekar fra 1949 til 2005. Teknisk sett har Norge et potensial for nydyrking som kan doble jordbruksarealet, men disse arealene ligger i hovedsak i områder med mindre gode klimatiske og topografiske dyrkingsforhold. Samtidig skjer omdisponeringen i størst tempo i de områder som har landets beste produksjonsforutsetninger. De første bønder bosatte seg der vilkåra for jordbruk var best. Her har byer, tettsteder og knutepunkter i infrastrukturen senere vokst frem. Og her presset på jorda nå er størst. Og dersom man skal erstatte matproduksjonsverdien fra ett dekar jord i de beste jordbruksområdene med nydyrket grasareal i klimatisk marginale områder, må det nydyrkes 20 dekar.

## Fra bekymring til politisk handling

Bekymringen over et vedvarende høyt nivå for omdisponering og varig ødeleggelse av landets beste jordbruksarealer, er omtalt i flere stortingsdokumenter. Alvoret i denne utviklingen ble tydelig markert da Stortinget behandlet St.meld. nr. 26 (2006-2008) Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand. Stortinget sluttet seg da til målet om å halvere omdisponeringen av de beste jordbruksarealene innen 2010. Det ble tidlig klart at dette var en krevende målsetting. Landbruks- og matdepartementet nedsatte derfor i 2007 en arbeidsgruppe, omtalt som Jordverngruppa, som fikk i mandat å:

- Gi en status på arbeidet med å nå målsettingen om halvering innen 2010

- Vurdere eksisterende virkemidler for et sterkt jordvern
- Foreslå nye virkemidler for å styrke jordvernet

## Halvåpen verktøykasse

Jordverngruppa konkluderte med at man har et bredt spekter av virkemidler for å kunne gjennomføre en restriktiv jordvernpolitikk. Hovedproblemet var ikke mangel på adekvate virkemidler. Utfordringen var, og er fortsatt, mangel på lokal og regional politisk aksept for de nasjonale målene og manglende politisk mot til å bruke virkemidlene på alle politiske beslutningsnivåer. Bare når dette er på plass, kan nasjonale mål nås i et lokalt forankret planleggingssystem. Kjerne spørsmålet er derfor om et langsiktig ressursforvalteransvar med globale perspektiver, lar seg forene med en desentralisert forvaltning der beslutningstakernes perspektiver preges de utfordringer som står dem nærmest i tid og rom.

## 11 forslag til nye virkemidler

Selv om jordverngruppa i utgangspunktet vurderte eksisterende virkemidler som gode og potensielt virkningsfulle, ble det foreslått 11 hovedtiltak for å styrke gjennomføringen av jordvernpolitikken. Gruppa la vekt på å se tiltak på alle forvaltningsnivåer i sammenheng. Forslagene innebar i sum tilrådinger om å utvikle et konsistent sett av virkemidler for bedre samspill mellom forvaltningsnivåene.

## Kan kunnskap endre politikk?

Ett sentralt moment i gruppas anbefalinger var å ta i bruk plansystemets muligheter på en langt mer effektiv måte, herunder rikspolitiske retningslinjer og en aktiv styring gjennom Nasjonal transportplan. Et annet forslag fokuserte på styrking av jordloven, blant annet ved å innarbeide lovhjemmel for vern av

jordressurser. Verneforslaget har nettopp vært på høring.

Grappa så imidlertid at planer, lover og andre styringsmidler er en nødvendig, men ikke tilstrekkelig forutsetning for endret praksis i jordvernpolitikken. Å vinne hjertene for jordvernet ved å øke forståelsen for jordsmonnets unike og uerstattelige verdier, ble et hovedpunkt i anbefalingene. Altså et forslag ut av erkjennelsen av at virkemidler og faktakunnskap ikke er tilstrekkelige forutsetninger for endret politisk praksis. Uten folkelig drevet politiske engasjement, fra lokalt til sentralt nivå, kan ikke krevende endringsprosesser tilføres tilstrekkelig kraft.

I det beskyttede og pengerike Norge, fikk ikke de økte matprisene på verdensmarkedet i 2008 og finanskrisen i 2009 følbare virkninger for folk flest. Krisene forlenget imidlertid den globale køen av hungersrammede med minst 100 millioner mennesker. Dramatisk økte matpriser skapte opptøyer og alvorlige konflikter i land der folks liv og helse er avhengig av matprisene. I Norge var effekten kun en økt erkjennelse av den følsomheten matprisene har for knapphet i markedene. Bare blant de med hjerte for jordvern hadde disse hendelser effekt, en effekt som innebar at de som allerede hadde forstått sammenhengene, fikk enda bedre argumenter for sitt syn. Det kan synes som mer dramatiske scenarier må bli virkelighet før norske holdninger og norsk lokalpolitisk jordvernpraksis endres. Slike scenarier finnes - navnet er "Effects of Globale Climate Change on Global Food Security". FAOs matsikkerhetskonferanse i Roma i november 2009 bidro sterkt til å løfte disse utfordringer på den internasjonale agenda, dog med kun små krusninger i det norske mediebildet.

### **Globale klimaendringer og matproduksjon**

FAO beregner at verdens befolkningsvekst krever økning av matproduksjonen med 50 % innen 2030 og 70 % innen 2050. Dette er nødvendig både for å nå målene om å hindre hungersnød og for fattigdomsreduksjon. Denne utfordringen skal verden løse samtidig som jordarealer forringes av erosjon, jordforgiftning, annen degradering, økende vannmangel, ekspansiv byvekst på gode jordbruksarealer og økende bruk av jordbruksarealer til bioenergiproduksjon. Behovet for økt matproduksjon må også sees i lys av at det gjennom de globale klimafremskrivningene, er dokumentert at klimaendringer vil ha sterkt negativ effekt på matproduksjonen i noen av verdens viktigst

kornområder. Store områder kan gå ut av produksjon eller bli mer ustabile grunnet økt temperatur og vannmangel. Ideen om at de nordlige og rike land kan hente "lavutslippsmat" fra sydligere strøk, kan således være mildt sagt særdeles dårlig, selv i det korte tidsperspektivet.

### **Fra finanskrisen til klimabetinget matkrise**

Finanskrisen førte nye 100 millioner av våre medmennesker inn i køen av verdens sultende. Hva kan gjøres for å hindre at nye 100-vis av millioner tvinges inn i denne køen som følge av klimaendringene? Klimatilpassing handler ikke bare om å "ta høyde" for noen desimeters havnivåstigning eller de mer spektakulære konsekvenser i form av økt risiko for skred og flom. Klimatilpassingsutvalgets delrapport "Klima i Norge 2100" tegner et bilde som indikerer muligheter for økt og mer variert matproduksjon i Norge. Et viktig element i klimatilpassingen kan derfor være tiltak som setter Norge i stand til både å ivareta nasjonale behov for matsikkerhet og samtidig ta økt ansvar for den globale mat- og energiforsyningssituasjon.

### **Norges jordressurser får økt verdi**

Vet vi da nok om hvilke verdier de norske jordressursene representerer i en slik sammenheng? Norge har ambisiøse mål for en restriktiv jordvernpolitikk. Konsekvensene av klimaendringene på globalt nivå og betydningen av de norske jordressursene i denne sammenhengen, gir nye argumenter for den strenge jordvernpolitikken. Jordverngruppa anbefalte at når halveringsmålet nås i 2010, måtte det settes nye og mer ambisiøse mål for jordvernpolitikken. Både de nasjonale utfordringer og muligheter som følger av de langsiktige klimaendringer i Norge, og Norges etiske og politiske ansvar for å bidra til å motvirke den globale, klimabetingede matkrisen, gir fornyede og svært sterke argumenter for en ny og langt mer ambisiøs målsetting for norsk jordvernpolitikk. I lys av ny kunnskap om effekter av klimaendringer, må jordvern målsettingen utvides slik at også de arealer som i dag grunnet klimatiske begrensninger har viktige produksjonsbegrensninger, inkluderes i et fornyet mål for vern av produktive arealer. Det er i denne konteksten man må forstå drivkreftene som vil skape "det andre og bokstavelig talt klimadrevne klimaskiftet for jordvernet" i Norge.

# Urbant press på jord og kulturlandskap

Jordvern handler først og fremst om å sikre etterkommere muligheten til å dyrke egen mat på egen jord. Landskapsverdier generelt bør imidlertid sterkere inn i jordvern-debatten. Klassiske konflikter i jordvernsammenheng knytter seg til tettsted- og byutvikling.

Gustav Fystro

Bioforsk Øst, Løken

gustav.fystro@bioforsk.no

## Jord som ressurs

Selv om det er mye skrint befolket landareal i Norge er presset på areal stort. Særlig ser vi dette i de tettest bebygde områdene, som ofte også har de beste jordressursene til matproduksjon. Nedbygging av den mest produktive jorda vil over tid føre til mer matproduksjon på mindre egnede jordressurser. Over de siste 60 år er mer enn en million daa av de samlede norske jordressursene bygd ned (Syrstad *et al.* 2008). I tillegg kommer marginale arealer som er gått ut av produksjon, og som ikke normalt kan regnes som varig tapt. På verdensbasis utgjør dyrka mark ca 12 % av landarealet (Foley *et al.* 2005). En bærekraftig øvre grense for areal til matproduksjon er vanskelig å anslå, men nivåer på 15 % av verdens isfrie landareal er indikert (Rockström *et al.* 2009). I Norge blir det årlig betalt produksjonstillegg for vel 3 % av alt landareal.

Det er et mål å halvere nivået på omdisponering av dyrkingsjord fra nivået i perioden før 2003/04 (Stortingsmelding nr 26 2006-2007). Utviklingen i areal-disponering siste åra er med utgangspunkt i KOSTRA-rapportering (tabell 1) (Grønningsæter & Aurbakken 2009) gått ned, men målet om halvering innen 2010 fordrer ytterligere tiltak. Akershus, Vestfold, Østfold and Rogaland er blant de tettest befolkede fylkene i Norge (SSB). Disse fylkene har også den høyeste andelen av dyrka mark i landet, mellom 11 og 19 %

av totalt areal. Her finnes mye av de mest produktive arealene, oftest knyttet til områdene med de tidligste bosettingene. Utvidelser av tettsteder og byer er derfor generelt en trussel mot de mest verdifulle jordressursene. Flere kommuner i disse områdene har ligget høyt på listene over de som omdisponerer mest dyrka mark. De 20 kommunene som i de siste årene har rapportert størst arealendring står for halvparten av all omdisponering (Grønningsæter & Aurbakken 2009).

## Drivkrefter

Drivkreftene bak arealendringer har gjerne en kompleks karakter. Det registreres en økt interesse for å forstå slike sammenhenger bedre. Økonomisk motiverte drivere er viktige, der betydelig press kan ligge i pengemakt. Presset på areal har økt gjennom blant annet befolkningsutvikling. På et overordnet nivå ser vi også at faktorer som teknologisk utvikling og kulturbakgrunn blir førende for hvordan arealbruk vurderes. Jordvern er en reaksjon i første rekke på en svekkelse av evnen til framtidig matproduksjon, men det synes også nå å være mer fokus på andre landskapsverdier enn tidligere, som biomangfold, økosystemtenester generelt og kulturarv.

Gjeldende arealbruk kan ofte bli satt under press fra politisk hold med ønsker om utvikling av ulike sam-

Tabell 1. Omdisponert dyrka og dyrkbar mark (daa) i 2004, 2006 og 2008, og totalt omdisponert areal (%) etter jordloven og plan- og bygningsloven (pb-loven), etter KOSTRA-rapportering (Grønningsæter og Aurbakken 2009)

År	Omdisponert (daa)		Totalt (daa) omdisponert dyrka- og dyrkbar	Etter jordloven (%)		Etter pb-loven (%)	
	Dyrka mark	Dyrkbar mark		Dyrka mark	Dyrkbar mark	Dyrka mark	Dyrkbar mark
2004	11 653	10 166	21 819	20	8	34	39
2006	7 643	6 008	13 651	20	13	36	31
2008	7 900	7 045	14 945	15	10	38	37

Areal til skogplanting og arealer regulert til landbruk er trukket fra

funnsinteresser. De faste rammene i arealplanleggingen ligger i lovverk og organisering, herunder ansvar for planlegging på et lokalt nivå og innsigelsesmyndighet på regional og statlig nivå. Overordnet nivå kan sterkt påvirke lokale løsninger, på godt og vondt.

### Verdivurdering

Framtidig matproduksjon satt opp mot et mer kortsiktig økonomisk utbytte ved alternativ arealbruk er ofte ett av kjernespørsmålene i jordverndebatten. Verdien på jordbruksarealer vil ha sammenheng med jordas produksjonsevne og prisen på produsert mat. Lettdrevet jord med stabilt høye avlinger er mer verdifull i matproduksjon enn jord med mer utfordrende produksjonsvilkår. Arealer egnet til kornproduksjon med matkvalitet er viktig for evnen til selvforsyning, og bør være underlagt det sterkeste jordvernet. Nydyrka arealer har gjerne dårligere produksjonsegenskaper enn gammel kulturmark. I det siste har vi oppservert sterkt svingende markedspriser på mat. Dette har ulike årsaker, men er et signal om hvor lite robust verdens matproduksjon er for ustabilitet. Det er også lite trolig at økonomiske virkemidler som subsidiering av matproduksjon er særlig effektivt for å demme opp for omdisponering av dyrka mark som er under sterkt press for by- og tettstedsutvikling.

Biomangfold, landskapsverdier og kulturminner vil ofte være sterkest representert i randsonene til dyrka areal. Derfor kan det oppstå konflikter knyttet til valg av dyrka areal og randsonareal ved omdisponeringer i arealbruken. Det er tydelige politiske signaler på sterkere vern av både dyrka jord og de ulike verdier som ofte er knyttet til randsonene. Denne målkonflikten trenger et økt fokus fremover.

### Kunnskap og planlegging

Kvalitetsdata på omdisponering av areal er manglende. Dette gjør det vanskelig å evaluere effektene av endringer ned på et nivå der faktorer som jordkvalitet og produksjonsegenskaper generelt er tilgjengelig. Systemer for å fremskaffe mer detaljerte data på utvikling og trender bør utvikles. Ut over opplysninger om arealegenskaper for matproduksjon mangler i enda større grad data på andre viktige landskapsverdier. Det er en utfordring å finne rapporteringssystemer som ikke blir for krevende å administrere og gjennomføre.

Forståelse og bevisstgjøring av hvordan ulike elementer vil henge sammen, og hvilke drivkrefter som på-

virker arealendringer, er viktig i beslutningssystemer, forvaltning og i planprosesser generelt. Økt forståelse av hvilke begrensninger og muligheter som finnes for forsyning av mat til verdens befolkning bør i større grad bli allmennkunnskap. Tiltak for en holdningsendring til jordvern bør få økt fokus. Tverrfaglig tilnærming til jordvern må bli tydelig. Matproduksjon og landskapsverdier må ses i en helhetlig sammenheng. Motstridende mål er ikke i tilstrekkelig grad blitt studert og drøftet enda.

Ansvar for arealforvaltning er i Norge i stor grad lagt lokalt på kommunenivå, men med muligheter for innsigelser på overordnede nivåer. Nasjonale og regionale planer vil dessuten være førende for lokale løsninger, og derfor må prosesser rundt planer på ulike nivå være gode. At det blir gjennomført reelle og gode høringsprosesser basert på godt funderte konsekvensutredninger er avgjørende. I planlegging er det en utfordring å finne omforent vektning av ulike arealverdier, som transportbehov, vann- og avløpsmuligheter, landskapsverdier, egnethet til ulike utbyggingsformål, miljøeffekter med mer.

Et juridisk fundament for arealforvaltning ligger i jordloven og plan- og bygningsloven. Generelt vil omdisponering av dyrka og dyrkbar mark trenge dispensasjon fra gjeldende bestemmelser. I den grad gjeldende mål for jordvern ikke nås vil det være naturlig å se nærmere på praksisen for dispensasjon og innsigelse.

### Referanser

- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. & Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- Grønningsæter G. & Aurbakken E.A. 2009. KOSTRA landbruk. En vurdering av rapporteringen for 2008. Statens landbruksforvaltning, Rapport nr. 15/2009:29s.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Stuart Chapin F., Lambin E.F., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.J., Nykvist B., de Wit C.A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P.K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R.W., Fabry V.J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. & Foley J.A. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*.
- Syrstad J.O., Aas A., Bardalen A., Munthe K., Saakvitne R., Grønningsæter G. & Dalholt G. 2008. Klimaskifte for jordvernet. Rapport fra jordverngruppa. LMD. 67s.

## Jordvern - mer enn ord

**Som en konsekvens av prisstigningen på mat for 1,5 år siden og den raske endringen i klimasituasjonen, har endelig verdens politikere fått øynene opp for hvor sårbare vi er blitt med hensyn på matsituasjonen. Matjorda må vernes. Vi må gå fra ord til handling, og det haster.**

Svein Guldal  
Norges Bondelag  
sguldal@online.no

FAO anslår at 1 milliard mennesker sulter. Bare tilfældigheter har gjort at vi ikke har hatt enda større internasjonal hunger. I skrivende stund har Argentina, Australia og India tørke, og store problemer med å forsyne egen befolkning med mat. Dette er til å leve med for oss i Vesten, men hvis avlingene svikter i USA/ Canada og i Europa vil det få svært store konsekvenser. Det er her tyngden av matproduksjonen foregår.

En konsekvens av klimaendringene er et mer uforutsigbart klima, med innslag av ekstremvær. En økende havtemperatur er driveren i denne prosessen. Monsunen uteblir i India. I Australia får man ikke lenger vinterregn, men sommerregn. I Rocky Mountains uteblir snøen om vinteren slik at vannlageret som forsyner Alberta i Canada og deler av midtvesten er sterkt svekket. Endringer i vindmønsteret gir isteden masse regn om sommeren og skaper flom og erosjon. I California er det målt nedbørmengder på 300 mm i timen.

Demografiske forhold er også i ferd med å slå kraftig inn i tilgangen til mat. FAO regner med at vi i 2050 er 10 milliarder mennesker, opp fra dagens 6,4 milliarder. Behovet for økt matproduksjon blir voldsomt. Samtidig er havforskerne svært bekymret over den tiltagende forsureningen av havet. Man måler allerede en økning i surhet på 0,1 på PH skalaen. Norske havforskere forventer at dette vil stige til 0,5 i 2100. (Klimatilpasningsutvalgets utkast til NOU 2009). Konsekvensene kan bli store.

Skalldyr får ødelagt skallet, og fisken og hele økosystemer får for lite mat. Havproteinet til menneskeføde kan bli sterkt redusert. Sammen med havstigning, og et omfattende rovrisiko over hele verden, kan situasjonen bli dramatisk.

Med bakgrunn i det ovenfor nevnte burde det ikke være vanskelig å forstå at det å ta vare på jordressursene er svært avgjørende. Men da kreves det rask handling. I Norge har vi omdisponert 1 million mål siden 1950. Dette er blitt kompensert arealmessig ved å ta i bruk 1 million mål av de 2 millioner mål med myr vi har. På grunn av CO<sub>2</sub> problematikk kan vi ikke fortsette en slik utvikling. Myrene må få ligge i fred som svamper mot erosjon og som bindere av karbon.

Vi har nærmest konsekvent lagt bebyggelse og næringsarealer langs fjorder og i dalfører, på, eller tett ved de beste jordarealene. De store byene eser ut på bekostning av omkringliggende jordarealer. Offentlige kommunikasjonsmidler er det nesten ikke satset på. Det er privatbilen som så langt har hatt prioritet. Dette må det bli slutt på. Samfunnene må nyorganiseres med jordvern og klimaendringer for øye. Fortetting, bygging i høyden og oppretting av nye bysentra vekk fra jordarealene, er veien å gå. Særlig er dette viktig i områdene rundt de store byene på Østlandet, Jæren og Trøndelag. Det må etableres et positivt samspill mellom bil og offentlige kommunikasjoner. Et eksempel. Oslofjordbyen er i ferd med å utvikle seg. En infrastruktur med tre flyplasser i en trekant, fire felts motorveier, to spors jernbane og forbindelse under fjorden presser jordarealene voldsomt. Det blir ikke bedre av at skogområdene er hellige markområder og vernet svært strengt. Her må det nytenking til. Nye byområder må etableres vekk fra jordområdene, og det må legges opp til offentlig kommunikasjon med 10 minutters-frekvens og parkeringsarealer for privatbilen nær stasjonene. Kornjorda i dette området er den beste jordressursen vi har.

I Østfold har fylkeskommunen foretatt en vurdering av hvor mye jord som skal brukes i et 40 års perspektiv. 40 000 da skal omdisponeres, og man er rasende

over at fylkesmannen legger innsigelse mot planene. Men er det et lokalt ansvar å bestemme over denne jordressursen når konsekvensen er at nasjonen Norge kan få mindre tilgang på mat? Jordvern egner seg ikke for lokal avgjørelse. Med 3 % dyrket jord, hvorav 1,4 % er kornjord, må det nasjonale behovet vektlegges og ikke det lokale.

I det siste har Landbruks- og matdepartementet kommet med forslag om å frede de viktigste jordressursene. Dette er et viktig grep. I tillegg må man legge opp til restriktive forskrifter på den jorden som er nest

best. Bygging av infrastruktur, boliger og næringsarealer må skje på fjellgrunn. Nybygging i landbruket må skje så skånsomt som mulig, helst på fjell, og gamle driftsbygninger må vike plass for nye.

Uforutsigbare klimaendringer, havet som faser ut som matleverandør og karbon binder, og en eksponentiell befolkningsvekst tilsier en offensiv og restriktiv jordvernpolitikk, nasjonalt og internasjonalt. Vi må gå fra ord til handling, og det haster.



# Kulturlandskapets biologiska mångfald i ett historiskt och europeiskt perspektiv

Jag tar här min utgångspunkt i boken "Europeiska kulturlandskap - Hur människan format Europas natur" som 2009 kom ut både i en svensk och en engelsk upplaga.

Urban Emanuelsson

Centrum för biologisk mångfald, Sveriges landbruksuniversitet  
urban.emanuelsson@cbm.slu.se

Med utgångspunkt i de naturliga förutsättningarna för det europeiska kulturlandskapet - topografi, geologi, vegetation och klimat ges i boken såväl historiska som politiska perspektiv på hur människorna i Europa förstört, utvecklat och förvandlat sina landskap. De olika metoderna att skaffa föda och bruka marken ger många ledtrådar till hur människans samhällen har fungerat och påverkat naturen. Betande djur - vilda eller tama - har alltid spelat en viktig roll i den europeiska naturen. Dagens diskussioner om att hålla marken öppen är ett nyckelproblem för naturvården i Europa. Skogen har på samma sätt bidragit till människors - och djurs - överlevnad även om den i tidigaste skeden användes för jakt. Nu handlar det om produktion av timmer och skogsråvara till energi. I boken beskrivs också hur våtmarkerna använts under tidernas gång. Avslutningsvis ges en överblick över revolutioner som förändrat Europas landskap och hur vi ser på landskapen idag.

Vi måste alltså dels förstå att det historiska förloppet spelat en mycket stor roll för vilken natur vi har i dag i Europa. Förstår vi inte denna koppling blir det mycket svårt att bedriva en bra naturvård i framtiden.

Dels måste vi också förstå hur viktig naturen och olika artuppsättningar har varit i olika områden för den historiska utvecklingen. Biologerna behöver historia för att förstå hur de skall kunna hantera den biologiska mångfalden på ett bra sätt och historikerna behöver biologi för att kunna göra en initierad beskrivning av de historiska förloppen.

Jag kan här dock inte gå in särskilt detaljerat i många av dessa samband. Jag har dock valt att här lyfta fram några punkter:

## Var kom öppenmarksarterna ifrån?

Väldigt många av de djur, växter och svampar som idag lever i kulturlandskapet skulle försvinna t ex från Sverige och Norge om traditionellt jordbruk och bete helt skulle försvinna. Man kan då fråga sig var de fanns innan jordbruket infördes i Norden. Svaret är komplicerat och är inte fullt klarlagt, men tre komponenter finns med. För det första har vissa arter levt i arealmässigt små och speciella miljöer och sedan utvidgat sin utbredning till te x betesområden. För det andra kan en del arter ha migrerat hit från helt andra naturtyper i södra och sydöstra Europa. Men den tredje förklaringen är nog den intressantaste, de har evalverat fram i samspel med megaherbivorer som t ex uroxen som idag är utdöd. Hur denna process gått till och hur de spridits är inte speciellt klarlagt, men forskning pågår.

## Komplicerade betessystem som format många europeiska landskap

Många av Europas riktigt artrika naturtyper är produkter av komplicerade jordbrukssystem där betesdjur spelat en mycket stor roll. Transhumance-system har här varit viktiga, och här kan t ex nämnas det spanska Mesta-systemet med fårhjordar som vandrat (numera åker de tåg eller lastbil en hel del av sträckan) från sommarbeten i norr till vinterbetena i Extremadura med sina artrika och egenartade korrekssavanner.

## Den totala integrationen mellan jord och skogsbruk

Något som varit karaktäristiskt för gångna dagars Europa har varit den mycket komplicerade integrationen mellan åkerbruk, bete, skogsbruk och andra aktiviteter som träkolbränning, honungsproduktion mm. Detta komplexa sätt att utnyttja markerna har givit upphov till mängder med ekologiska nischer som gynnat hög artmångfald.

### **Konstgödselns omformande roll**

”uppfinnandet” av konstgödsel under mitten av 1800-talet har kommit att få en avgörande betydelse för hur det europeiska landskapet kom att omformas framförallt under perioden 1850-1980. Landskapet kom att förenklas, och stort utrymme i landskapet skapades bl a till skogsplanteringar. Den biologiska mångfalden kom drastiskt att minska.

### **Sovjetunionens stora landskapspåverkan**

Sovjetunionen kom under perioden 1950-1990 att mycket radikalt påverka många östeuropeiska landskap. En tudelning kom att ske. Dels skapades mycket storskaliga och artfattiga odlingslandskap, dels kom

vissa delar av Östeuropa att ”frysas” i en ålderdomlig utvecklingsfas. Länder som t ex Rumänien hyser i dag dels rena ”agrarrökningar” men också mycket värdefulla och artrika kulturlandskap.

### **Var finns det kvar värdefulla landskap i dag i Europa och hur kan de bevaras?**

Det är viktigt att kartlägga var de kulturellt och biologiskt värdefulla kulturlandskapen ligger i dagens Europa. Men det är också väl så viktigt att få fram metoder för att sådana landskap skall kunna leva kvar samtidigt som befolkningen här kan få en dräglig levnadsstandard. EU är här både ett hot och en möjlighet.

# Resiliens och ekosystemtjänster i världen och på gården

Resiliens och ekosystemtjänster är två begrepp som är viktiga i diskussioner om hållbarhet och uthållighet. Resiliens är ett ekosystems förmåga att stå emot, återhämta och anpassa sig till en störning. Ekosystemtjänster är funktioner som ekosystem producerar som gynnar oss människor.

Johan Ahnström  
Lunds Universitet  
johan.ahnstrom@ekol.slu.se

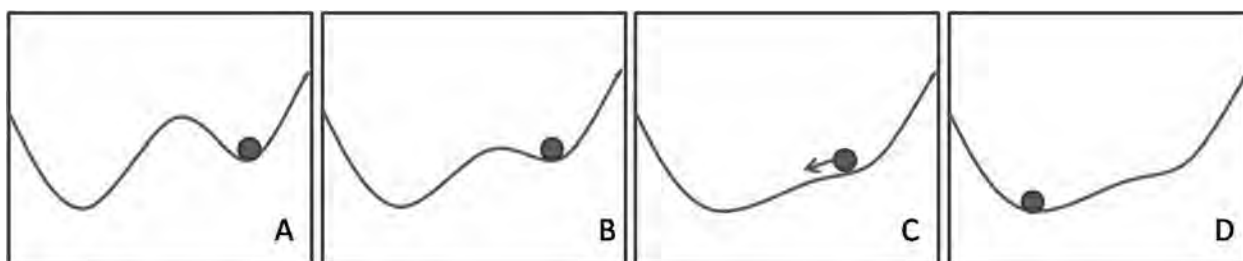
Mänskligheten har dramatiskt förändrat miljön på global nivå och lantbrukaren formar förändringen på lokal nivå. Lantbruket är ju per definition en verksamhet som missgynnar mångfald till förmån för en gröda. I takt med att jordbruket har intensifierats har skördarna blivit allt högre medans biologisk mångfald har missgynnats. Men då har vi ju lyckats med det vi vill nämligen producera massvis med mat finns det några problem med det? För att diskutera detta kommer jag att kort introducera begreppen resiliens och ekosystem-tjänster.

Resiliens har två huvuddefinitioner i litteraturen. Resiliens är tiden det tar för ett ekosystem att återhämta sig från en störning (Ives 1995) eller att resiliens är ett ekosystems förmåga att stå emot, återhämta sig och anpassa sig till en störning (Holling 1973). I figur 1 visas ett exempel på hur resiliens skulle kunna beskrivas.

I bild A är ekosystemet, representerat av en boll, i ett stabilt läge för även om bollen puttas, direkt utsätts för en störning, kommer den att rulla tillbaka till samma läge. I bild B har systemet utsatts för en indirekt störning och gjort att det förut så stabila läget har destabiliserats och i bild C leder störning till att

systemet inte längre är stabilt utan förändras kraftigt och ofta plötsligt. Bild D visar ekosystemet i dess nya stabila läge. Ett läge som är stabilt men kan se helt annorlunda ut med avseende på flora och fauna eller i alla fall med en helt förändrad dominansstruktur och det gör att detta ekosystem producerar helt andra varor och tjänster än det tidigare stabila läget (A). Det klassiska exemplet är havsekosystemen utanför Nova Scotia som fiskades hårt på bland annat torska och andra ekonomiskt intressanta stora fiskar men i mitten och slutet på 80-talet kraschade dessa fiskars populationer fullständigt. Det nya ekosystemet som existera sedan dess har inga stora predatorer men istället en rik fauna på små pelagiska fiskar och bentiska djur såsom krabbor. Detta system har helt andra ekosystem funktioner och förutsättningar för mänskligt utnyttjande än det tidigare (Frank *et al.* 2005).

Ekosystemen funktioner stödjer hela ekosystemet men de funktioner som människor nyttjar brukar särbehandlas och kallas ekosystemtjänster (Daily 1997). I Millenium Ecosystem Assessment (<http://www.millenniumassessment.org>) delas ekosystemtjänsterna upp i bärande funktioner som mat och vatten, reglerande funktioner som översvåmnings- och sjukdomsreglering, kulturella funktioner som andliga



Figur 1. Bollen är ett ekosystem och linjen förutsättningar för detta ekosystem.

och friluftsupplevelser samt stödjande tjänster som närings- och vattencykler. Ekosystemtjänster kan egentligen vara vilka funktioner som helst i ekosystemet som vi människor nyttjar dvs. skuggningen av ett träd i en stad är en ekosystemtjänst för den minskar behovet att kyla luften med mänsklig teknik. Man kan ju därför också ge denna tjänst ett värde dvs. vad skulle det ha kostat att kyla luften med teknik. Denna monetära summa kan beräknas men värdet av trädet är ju mer en denna summa. Ett träd hyser ju kanske boplats åt fåglar men det är ju en ekosystemfunktion inte en ekosystemtjänst men att människor finner trädet vackert det är en ekosystemtjänst. I Constanza *et al.* klassiska studie från 1997 uppskattas det globala värdet för all världens ekosystemtjänster till mellan 16-54 000 000 000 000 amerikanska dollar per år. Vissa ekosystemtjänster kan utföras med mänsklig teknik men det blir ofta dyrare och mer omständigt.

Vi byter nu skala från världen till gården. De ekosystemtjänster som produceras på gården är till exempel reglering av skadegörare dvs en nyckelpiga äter en bladlus, kvävefixering dvs det bakteriella arbete som utförs i symbios med ärtväxter och naturligtvis vetepiantans förmåga att omvandla näring och solljus till en proteinrik kärna. Det är således både den domesticerade och den vilda biologiska mångfalden som producerar ekosystemtjänster. De tjänster som har fått mest uppmärksamhet i forskningen är pollinering och reglering av skadegörare.

I de nordiska lantbruken är det vindpollinerade grödor som dominerar, men våra oljeväxters skördar kan öka 5-15 % med god pollinering. Pollineringen kan därför ges ett värde. När det gäller ekosystemtjänster så är det inte viktigt vem som utför tjänsten utan att den utförs dvs om det är honungsbin eller vilda bin spelar ingen roll. I en studie om pollineringens effekt och värde ifrån Costa Rica konstaterade man att det var 20 % högre skörd och 30 % färre missformade bönor nära än långt bort från den naturliga skogen. Dessa resultat berodde på en bättre pollinering och dessa högre skördar och högre kvalitet motsvarar 60 000 \$ per år för denna gård (Ricketts *et al.* 2004). Det vill säga naturvård gav i detta fall inte bara rekreationstjänster utan också produktionshöjandetjänster. Fundamental skiljt ifrån de naturligt förekommande pollinationstjänstemännen är de enorma transporterna av honungsbin i USA, där pollinationstjänsten är viktigare än honungen för många biodlare.

Reglering av skadegörare i växthus utförs ofta av att man sätter ut "samhällen" av olika småpredatorer, parasiter eller parasitoider men i lantbruket ute på åkern förlitar man sig de naturliga fienderna till skadegörarna eller kemiska metoder. I en studie av Östman *et al.* (2001, 2003) så studerades predationen och det värde som denna predation hade. Tack vare predationen minskade skördebortfallet med 300 kg/ha vilket motsvarade 370 kr/ha. Därför att gynna biologisk mångfald i åkerlandskapet kan gynna både pollinering och reglering av skadegörare vilket kan leda till mer pengar i fickan hos bonden.

Bevarandet av biologisk mångfald och upprätthållandet av produktionen av ekosystemtjänster går troligen hand i hand. Därför borde man, speciellt i dessa tider med klimatförändringar och minskade lager av fossila bränslen, skifta fokus i till exempel spannmålsodling från att maximera skördar till att optimera skördar. Det vill inte producera så många kilo kärna som möjligt utan producera mycket men ändå tillåta utrymme och förutsättningar för de organismer som utför ekosystemtjänster. Ur ett kommunikativt perspektiv kan det vara lättare att övertyga politiker och lantbrukare om vikten av naturvård som ett medel inte bara att bevara arter utan att bevara och gynna viktiga tjänster som vi människor nyttjar.

## Referenser

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics* 25:3-15.
- Daily, G. (Ed.) 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press: Washington.
- Frank, K.T., Petrie, B., Choi, J.S. & Leggett, J.C. 2005. Trophic cascades in a formerly cod-dominated ecosystem. *Science* 308:1621-1623.
- Ives, A.R. 1995. Measuring resilience in stochastic systems. *Ecological Monographs* 65:217-233.
- Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:1-23.
- Ricketts, T.H., Daily, G.C., Ehrlich, P.R. & Michener, C.D. 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. *PNAS* 101:12579-12582.
- Östman Ö., Ekbohm B. & Bengtsson J. 2003. Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecological Economics* 45:149-158.

# Økosystemtjenester fra kystlyngheiene

Kystlyngheier er kulturbetingede, seminaturlige naturtyper som i dag er i ferd med å forsvinne. De leverer en rekke økosystemtjenester som det kan bli kostbart å erstatte.

Mons Kvamme  
Lyngheisenteret  
mons@ballast.no

Med kystlyngheier mener vi et åpent landskap hvor vegetasjonen domineres av dvergbusker, fortrinnsvis *Calluna*, *Erica*-arter og *Empetrum*. De finnes stort sett i de ytterste kyststrøkene fra Lindesnes til Lofoten. Disse heiene er kulturelt betinget, mer eller mindre skapt av mennesker, og de er nøye knyttet til de tradisjonelle driftsformene i kystlandbruket. De må ikke forveksles med de alpine heiene som er klimatisk betinget og har en annen floristisk sammensetning.

Det tradisjonelle kystlandbruket dro nytte av de milde vintrene på kysten. Husdyrholdet kunne i stor grad baseres på helårsbeite. Dette forutsatte god tilgang på lyngbeiter dominert av røsslyng, som har vintergrønne blad med tilnærmet uendret fôrverdi gjennom hele året.

En forutsetning for å opprettholde beitekvaliteten og fôrverdien på røsslyngheiene er at de blir regelmessig brent. Dette må gjøres på vinteren eller tidlig vår, for å unngå jordbrann som ødelegger rotsystemet og frøbanken i jordsmonnet. I kombinasjon med helårsbeite, er jevnlyngbranner utført på riktig måte den beste måten å opprettholde beitekvalitetene til lyngheiene. Dette har kystbefolkningen visst i uminnelige tider, og lyngbrenning har vært en integrert del av kystlandbruket gjennom flere tusen år. Kystlyngheiene er således et av de eldste kulturlandskapene vi har som fortsatt er i drift.

I dag er lyngheiene i ferd med å forsvinne. Dette har sammenheng med den dramatiske økningen i levestandard vi har hatt de siste 60 årene, med tilsvarende krav til effektivisering i landbruket. Beitebruk i utmark er nesten helt avviklet, og det har bl.a. ført til en kraftig gjengroing av det åpne heilandskapet. Skogplanting, nedbygging og overflategjødsling har også gått hardt ut over lyngheiene.

Lyngheiene er et eksempel på et ekstensivt drevet

kulturlandskap. Den type natur som finnes her kalles gjerne for seminaturlig vegetasjon. Marken er hverken gjødslet eller dyrket, men likevel har samspillet mellom mennesker, husdyr, planter og jordsmonn over lang tid skapt en annen naturtype enn den som var her opprinnelig. Når dette samspillet stopper, starter en rekke suksesser i retning av noe helt annet. Det er en vanlig oppfatning at naturen nå går tilbake til utgangspunktet, men i de fleste tilfeller er det ikke det som skjer.

Lenge var gjengroingen av lyngheiene et lite påaktet problem. De ble ansett som marginale områder, lite produktive og direkte ulønnsomme i forhold til moderne landbruksdrift. Ved å bruke tenkningen rundt økosystemtjenester er det mulig at dette kan fortone seg noe annerledes. Økosystemtjenester defineres gjerne som naturens tjenester eller nytteverdi. Dette kan lett oppfattes som et menneskesentrert verdisyn som bare fanger opp verdier som kan måles i kroner og øre. Dette er imidlertid ikke tilfelle, flere av de tjenestene som f.eks. lyngheiene leverer har først og fremst verdi for naturen selv.

Økosystemtjenestene kan kategoriseres på mange måter, vanligvis grupperes de i fire hovedtyper: Grunnleggende støttetjenester, Varer og produkter, Regulerende tjenester og Kulturelle eller immaterielle tjenester. Når det gjelder den første gruppen, grunnleggende tjenester, så er dette forhold som i stor grad er likt for de fleste naturtyper. Det handler om ting som fotosyntese, det er nedbrytning og kretsløp av næringsstoffer, og det handler om jordsmonnsdannelse. I lyngheiene er jordsmonnsdannelsen raskere enn i skog på samme grunn. Dette henger sammen med forskjeller i vannbalansen, og i de fuktigste områdene gir dette økt torvdannelse.

Varer og produkter er den gruppen som er lettest å forstå, og hvor økosystemtjenester langt på vei kan

regnes om i klingende mynt. Fra kystlyngheiene er det først og fremst kjøtt og andre produkter (ull, skinn) fra beitedyrene som har størst økonomisk betydning. I de siste 20 årene har det vært en økende satsing på Utegangarsau av gammel Norrøn rase (Villsau). Dette er den opprinnelige sauerasen som har vært holdt langs hele kysten i uminnelige tider. Den er perfekt tilpasset til å klare seg i kystlyngheiene året rundt uten tilleggsfôring. Smaken og kvaliteten på kjøttet har gjort at denne rasen har fått en gledelig renessanse. Dette er en produksjon som er helt ut naturbasert uten noen form for eksterne innsatsfaktorer. Med riktig skjøtsel og beitetrykk er dette et eksempel på en optimal utnyttelse av økosystemtjenester (jmf. Ahnström).

Villsauene er ikke det eneste husdyret som kan utnytte produksjonen i lyngheiene. I Stad-området finnes de siste rester etter en gammel kjøttgeitrase som kalles for kystgeit. Den har tidligere hatt en videre utbredelse langs kysten, og den har på samme måte som villsauen gjennom lang tid utviklet egenskaper som gjør den i stand til å klare seg i det åpne landskapet på vestlandskysten. Det finnes også kuraser som fint klarer seg på lyngheiene, som f.eks. Vestlandsk fjordfé, Vestlandsk raudkolle, Nordlandsfé og den importerte rasen Skotsk høylandsfé.

Lyngheiene leverer også varer og tjenester som ikke har sammenheng med beitebruk. Mest kjent er honningproduksjonen. Lynghonning regnes av mange som den ypperste av alle norske honningsorter, og det er et stort problem for norske birøktere at trekkområdene for denne produksjonen stadig skrumper inn.

Den tredje typen økosystemtjenester er de såkalte Regulerende tjenestene. Dette er igjen til dels generelle ting som naturens evne til å "produsere" rent vann og ren luft, naturlig kilde for insektpollinering, erosjonsregulering og ulike positive effekter på klimautviklingen (karbonfangst- og deponering). Når det gjelder kystlyngheiene har de et gunstig karbonkretsløp. Svært mye av det karbonet som bindes fra luften blir deponert i jordsmonn og torv. Ved inngrep i disse avsetningene startes en kraftig lekkasje av fossilt karbon tilbake til atmosfæren. I områder med aktiv beitebruk går karbonet videre i en klimavennlig kjøttproduksjon.

Grunnet den positive vannbalansen i kystlyngheiene utgjør de optimale oppvekstforhold for et høyt antall

insektsarter, til dels i enorme kvanta. Selv om dette er en økosystemtjeneste vi mennesker godt kunne klart oss foruten, skaper det et eldorado for mange fuglearter, bl.a. arter som er tilpasset til å leve i åpent lende.

En annen regulerende økosystemtjeneste fra lyngheiene er redusert fare for brann. I de gjengroende heiene skjer det en opphopning av tørt, brennbart materiale. En vesentlig del av biomassen er einer, andre busker og krattskog. Når dette begynner å brenne ukontrollert kan det fort oppstå farlige situasjoner med store kostnader for samfunnet. I lyngheier med god hevd, som beites og brennes på en planmessig måte, er en ukontrollert brann enkel å stoppe selv på tørreste sommeren.

Den siste typen økosystemtjenester er de såkalte kulturelle eller immaterielle tjenestene. Her kommer først og fremst den kulturhistoriske dimensjonen inn i bildet. Kystlyngheiene oppsto gjennom en driftsform som har vært praktisert siden yngre steinalder. Det er ikke uvanlig å finne områder hvor det ligger kulturminner fra ulike epoker gjennom flere tusen år. Store deler av lyngheiene ligger utenfor de største pressområdene i moderne tid, og derfor er denne kulturhistoriske dimensjonen mange steder bedre bevart enn i mer sentrale strøk.

Tidløsheten i landskapet, kombinert med åpenheten mot sjøen og havet, gjør at lyngheiene har høy opplevelsesverdi som det nå satses på i reiselivssammenheng. For dem som har vokset opp eller som bor i dette landskapet handler det også om kulturell identitet, og en økende erkjennelse av at dette er en del av kystens kulturarv.

Biologisk mangfold er en viktig del av økosystemtjenestene. De kan klassifiseres på flere måter, men fremfor alt representerer de fremtidsmuligheter. Tap av biologisk mangfold medfører reduserte muligheter til å møte fremtidens utfordringer. I forhold til lyngheiene skal det bare pekes på en ting, verdien av samspillet mellom driftsform, husdyrraser og kulturlandskap. Kombinasjonen av villsau (eller kystgeit) og kystlyngheier er en unik kobling mellom kulturarv og genetisk mangfold. Den kan komme til å få stor betydning for utviklingen av morgendagens matproduksjon.

# Dyrkingsstrategier, varsling og hurtiganalyser for å redusere risikoen for soppgifter i norsk korn til mat og fôr

"Fusariumprosjektet" har hatt som hovedmål å utvikle et grunnlag for et overvåknings-system som kan brukes for å avverge at kornpartier med høyt mykotoksin-innhold brukes til mat/fôr. Resultater som er fremkommet i løpet av prosjektperioden vil bli presentert i to foredrag og to plakater.

Guro Brodal, Ingerd Skow Hofgaard, Heidi Udnes Aamot, Oleif Elen og Sonja Sletner Klemsdal  
Bioforsk Plantehelsetilstand  
guro.brodal@bioforsk.no

I "Fusariumprosjektet" ved Bioforsk Plantehelsetilstand har vi i løpet av en 4 års periode (2006-2009) samlet inn kornprøver fra partier av norskprodusert havre og vårhvete med tilhørende opplysninger om klima og dyrkningsmessige forhold. Kornprøvene er analysert for innhold av 17 ulike mykotoksiner. Ved å sammenstille og analysere data og informasjon om de ulike kornprøvene, har vi kartlagt ulike faktorer som kan ha betydning for utvikling av mykotoksiner i kornet. Dataene er brukt for å utvikle varslingsmodeller for *Fusarium*-mykotoksiner i korn. Ulike hurtigmatoder som er utviklet for å måle innhold av mykotoksiner i korn er utprøvd.

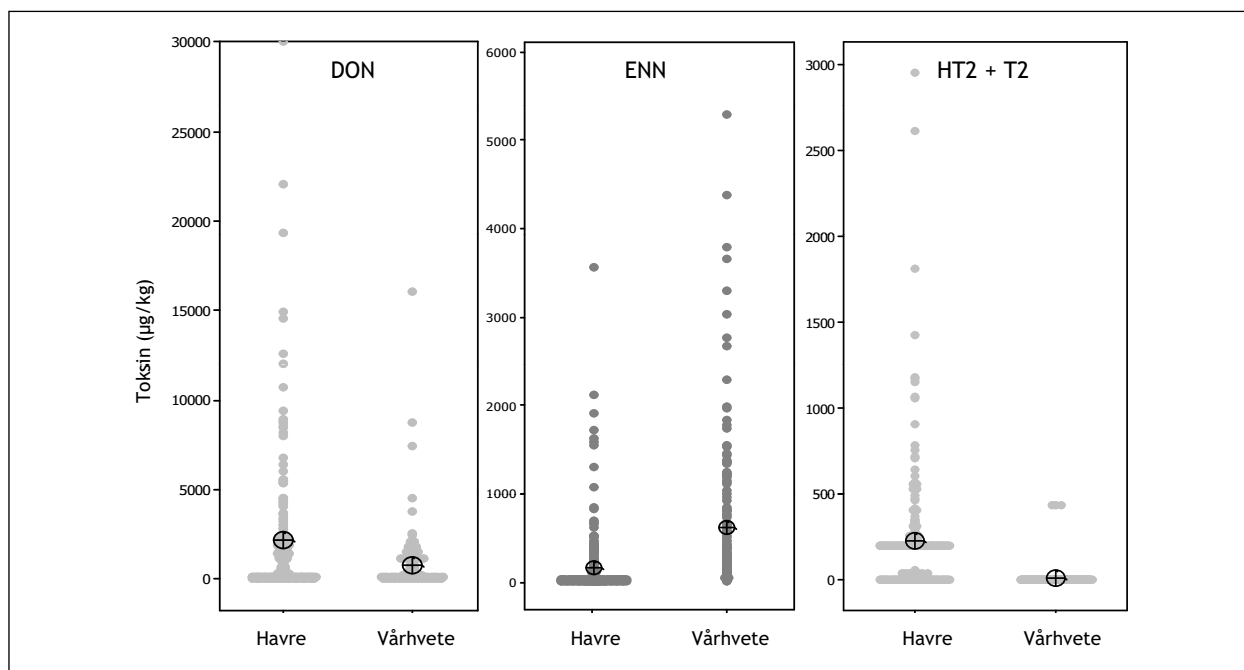
Ulike *Fusarium*-arter produserer ulike mykotoksiner. Det er registrert betydelige mengder av mykotoksinet deoxynivalenol (DON) både i havre og vårhvete (figur 1). Dette mykotoksinet produseres i hovedsak av soppartene *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*. Innhold av DON i kornprøvene varierer mellom ulike år og det er tydelig variasjon i DON-nivå i korn fra ulike lokaliteter. I enkelte partier av havre er det påvist forholdsvis høye nivå (> 500 µg kg<sup>-1</sup>) av mykotoksinene HT2 og T2. Disse mykotoksinene produseres blant annet av soppartene *Fusarium langsethiae* og *Fusarium sporotrichioides*. "Fusarium-mykotoksiner i havre og vårhvete - forekomst og mulige tiltak" vil bli presentert av I.S. Hofgaard på Bioforsk konferansen 2010.

## Strategi for å redusere innhold av mykotoksiner i "kornkjeden"

"Fusariumprosjektet" har hatt som hovedmål å utvikle et grunnlag for et overvåkningssystem som

kan brukes for å avverge at kornpartier med høyt mykotoksin-innhold brukes til mat/fôr. Vi har i løpet av prosjektet utviklet varslingsmodeller som, basert på agronomiske og klimatiske data, kan brukes til å forutsi risiko for utvikling av høye nivåer av ulike mykotoksiner i partier av havre og vårhvete (punkt 1 i figur 2). En foreløpig modell ble tatt i bruk i VIPS sommeren 2009 ([www.vips-landbruk.no](http://www.vips-landbruk.no)). Separate modeller for varsling av DON i havre og vårhvete, samt HT2/T2 i havre, er under utvikling. "Varsling av fare for utvikling av *Fusarium*-mykotoksiner i havre og vårhvete" og "Fusariumprosjektet 2006-2009" vil bli presentert som plakater på Bioforsk-konferansen 2010.

Kornparti som i følge varslingsmodellen er høsta fra skifter med "høy-risiko" for utvikling av toksin-nivåer over anbefalte grenseverdier kan bli testet for innhold av *Fusarium*/mykotoksiner med en egnet hurtigmat (punkt 2 i figur 2). Vi har registrert et manglende samsvar mellom innhold av ulike *Fusarium*-arter og mykotoksiner. En testmetode bør derfor måle toksinet direkte og være rask og enkel nok til å kunne utføres på kornmottaka. Foreløpige resultater viser bra samsvar mellom DON målt kjemisk og to aktuelle hurtigmatoder (fast ELISA og "lateral flow" test). Tilsvarende resultater for HT2/T2 viser et svakere samsvar mellom kjemiske analyser og to aktuelle hurtigmatoder (fast ELISA og standard ELISA). "Lateral flow" testen tar under 30 minutter og prøvene kjøres enkeltvis, noe som gjør den egnet for testing ved kornmottak. Fast ELISA og standard ELISA tar lengre tid å gjennomføre, henholdsvis en og tre timer. Partier som i hurtigmaten kommer ut med høye

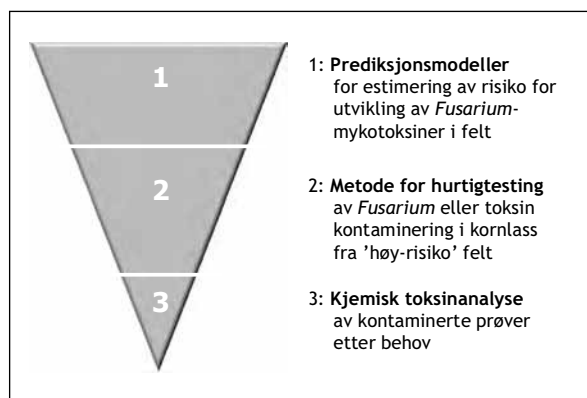


Figur 1. Innhold av mykotoksiner (deoxynivalenol (DON), enniatiner (ENN) og HT2 + T2) i prøver av havre og vårhvete samla inn i prosjektperioden. Gjeldende grenseverdi for DON i ubearbeidet mathvete er  $1250 \mu\text{g kg}^{-1}$ , mens en grenseverdi på  $1750 \mu\text{g kg}^{-1}$  er fastsatt for ubearbeidet havre til mat. For ubearbeida fôrkorn er grenseverdien på  $8000 \mu\text{g kg}^{-1}$ .

toksinnivåer kan videre analyseres kjemisk om det er behov for dette (punkt 3 i figur 2). "Hurtigmetoder for å måle innhold av *Fusarium* og *Fusarium*-toksiner i havre og vårhvete" vil bli presentert av H.U. Aamot på Bioforsk konferansen 2010.

### Muligheter for reduksjon av *Fusarium*-toksiner ved bruk av soppmidler i havre og hvete

Vi har i gjennomsnitt registrert en halvering av DON innholdet i havre og hvete ved bruk av fungicidet prothioconazol (Proline) under blomstringa av kornet.



Figur 2. Strategi for identifisering av kornparti med stor risiko for et mykotoksinnivå over anbefalte grenseverdier. Trekanten gjenspeiler antall kornparti i de ulike delene av strategien.

Når det gjelder HT2/T2 i havre, har tilsvarende bruk av soppmidler ingen virkning.

### Kan økte nivåer av DON skyldes nye og mer aggressive "raser" av *Fusarium graminearum*?

Vi har studert genetisk variasjon, aggressivitet og vekstrater hos ulike isolater av *F. graminearum*, og har ikke funnet noen forskjell i disse egenskapene mellom gamle og nye isolater. Trolig har en økt utbredelse av redusert jordarbeiding, ensidig korndyrking over store områder, kombinert med et klima som favoriserer *F. graminearum*, vært medvirkende årsaker til den økte forekomsten av DON som vi nå registrerer i norsk korn.

"Fusariumprosjektet" avsluttes våren 2010. Vi har kommet frem til varslingsmodeller som ved bruk av klimadata kan estimere risiko for utvikling av DON i vårhvete, dessuten har vi kommet frem til hvilke hurtigmetoder som på en tilfredsstillende måte kan anslå DON-innholdet i kornpartier. For mer informasjon om resultater som tidligere er presentert fra "Fusariumprosjektet" i 2009, se Bioforsk FOKUS 4(2), s. 92-97 og 196-199.



# Opptak av organiske forbindelser i nyttevekster: variasjon mellom plantedeler og validering av planteopptaksmodeller

Kunnskap om planters opptak og verktøy for å estimere transport av fremmedstoffer i matkjeden er avgjørende i arbeidet for å sikre alle trygg mat.

Trine Eggen  
Bioforsk Vest, Særheim  
trine.eggen@bioforsk.no

## Innledning

Planter eksponeres for en lang rekke fremmedstoffer via vekstmedier og luft. Forekomst av uønskede stoffer i planter kan utgjøre en helseisiko for mennesker, både gjennom direkte opptak fra spiselige plantedeler og indirekte via inntak av kjøtt og melk. Kunnskap om planters opptak, translokering og nedbrytning av fremmedstoffer er essensielt for å risikovurdere terrestrisk mat samt gi anbefalinger om hvilke planter som kan dyrkes i jord og vekstmedier med innhold av fremmedstoffer.

Det er utviklet mange modeller for opptak av fremmedstoffer i planter, noen er enkle ligninger med kun en variabel mens andre er langt mer komplekse med mange variabler (Collins *et al.* 2006). De mest komplekse modellene kan inkludere input-parametre som dekker egenskaper for planten (for eksempel innhold av lipid, karbohydrater), for vekstmediet (for eksempel jordtetthet, organisk materiale) og forbindelsen som utgjør et fremmedstoff for plantene (for eksempel ulike fordelingskoeffisienter). Det er modeller som vurderer kun en opptaksvei i planten, for eksempel kun via rot, og det er modeller som inkluderer flere opptaksveier, både via rot og luft.

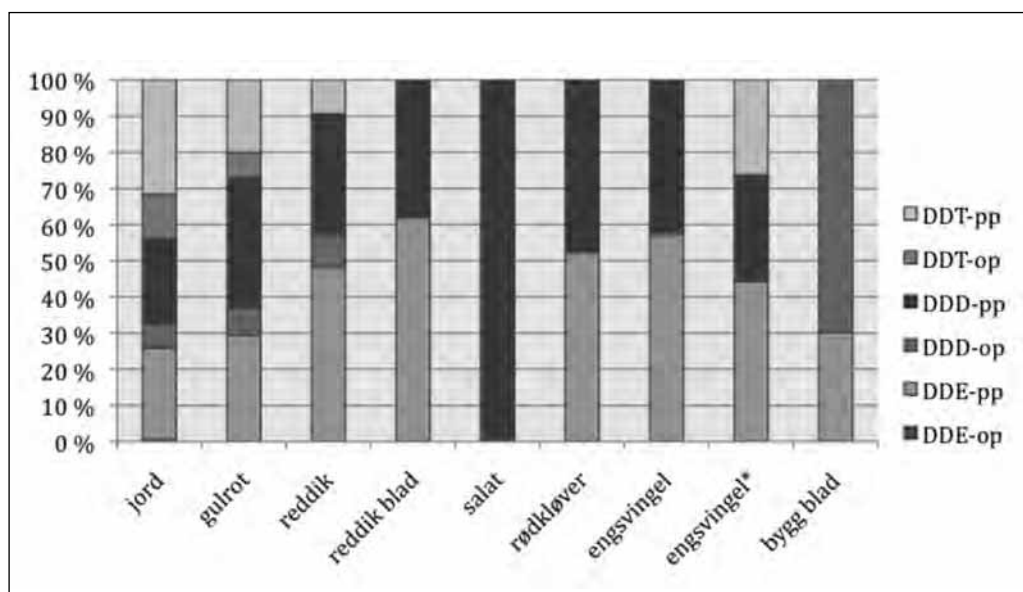
Mangelen på gode eksperimentelle datasett og verifisering av eksisterende planteopptak-modeller er årsaken til at de eksisterende modellene ikke kan anvendes fullt ut i arbeidet med risikovurdering av human eksponering av fremmedstoffer via mat. Det er i tillegg forbindelser som har egenskaper som gjør at estimering av akkumulering i biota ikke er mulig og eksperimentelle opptaksdata er da helt essensielt, det gjelder for eksempel overflateaktive stoffer.

## Planteopptaksforsøk

I løpet av de siste årene er det ved Bioforsk Vest Særheim gjennomført flere planteopptaksforsøk med fremmedstoffer. Prosjektene er finansiert av Mattilsynet, Landbruks- og mat departementet, Forsvarsbygg samt et pågående prosjekt fra Norges Forskningsråd (Matprogrammet). Planters opptak av insekticidet DDT og nedbrytningsproduktene DDD og DDE fra jord fra en skogplanteskole med forhøyede nivå DDT (Eggen *et al.* 2005) og opptak av bromerte flammehemmere (PBDE) fra jord med avløpslam med forhøyede nivåer av PBDE (Hanslin & Eggen 2006) er undersøkt. I det pågående NFR-prosjektet er opptak av lege- og veterinærmedisinstoffer, muskstoff, triclosan og plastmyknere undersøkt. Alle forsøkene er utført i pottforsøk i veksthus.

## Resultater og konklusjoner

Opptaksforsøk med DDT, DDD og DDE viste at opptak og translokering til overjordiske plantemateriale varierer mellom ulike arter. Fordelingen mellom DDT, DDD og DDE i jord, og i gulrot og reddik var relativt lik (figur 1), men for overjordiske plantematerialer varierte fordelingen mellom de ulike planteartene. Engsvingel, med lav næringstilgang viste høyere opptak, samt en annen fordeling av DDT, DDD og DDE enn engsvingel med høy næringstilgang. I salat var det kun opptak av DDD. Konsentrasjon av sum DDT (DDT, DDD og DDE) i jord fra skogplanteskolen var 5 mg/kg tørrstoff. I gulrot var konsentrasjonen for sum DDT 110 µg/kg friskvekt, noe som er over EUs grensenivå for maksimal restkonsentrasjon (50 µg/kg friskvekt). Det er derfor grunn til å vurdere om det bør være restriksjoner for å dyrke rotfrukter i jord med DDT nivå over 2-3 mg/kg tørrstoff. DDT kan forekomme i høye



Figur 1. Fordeling av para, para (p,p) og orto, para (o,p) DDT, DDD og DDE i jord og ulike plantearter. Engsvingel\* fikk lav næringstilførsel.

konsentrasjoner i områder med tidligere høyt forbruk av DDT, for eksempel i enkelte skogplanteskoler og frukthager.

En økning av organisk materiale i vekstmedie fra 4 til 15 %, reduserte planters opptak av sum DDT med omtrent 50 prosent for de to høyeste DDT-nivåene (5 og 50 mg/kg tørrstoff).

I opptaksforsøk med PBDE og gulrot ble to konsentrasjonsnivåer testet, 138 og 246 mg/kg sum PBDE. Denne konsentrasjonsforskjellen gjenspeilte seg i opptak og plantekonsentrasjoner i gulrot og byggkorn var henholdsvis 6,9 og 7,3 µg/kg friskvekt (gulrot) og 1,5 og 2,4 µg/kg friskvekt (byggkorn).

For å kunne sammenligne forskjellige planteopptak-data, presenteres planters opptak av fremmedstoffer som en akkumuleringsfaktor (AF). AF er forholdet mellom konsentrasjonen i planten over konsentrasjonene i vekstmedie. For både DDT og PBDE var det høyere akkumulering i røtter enn i overjordisk plantemateriale. I vekstforsøk med andre organiske fremmedstoffer i det pågående NFR-prosjektet er det vist at høyest akkumulering i overjordisk plantemateriale også kan forekomme, og at forholdet mellom AF

i overjordisk og rot kan være så høy som 60 ganger. Også mellom ulike frø/korn typer var det store forskjeller i opptak.

Resultatene viser at stoff- og planteegenskaper betyr mye for planters opptak og translokering fra rot til blad og frø for ulike fremmedstoffer, og at detaljert kunnskap om dette er essensielt for risikovurdering av terrestrisk mat. Dette er også nødvendig kunnskap for å kunne sette akseptverdier i jord for dyrking av matplanter og eventuelt restriksjoner for dyrking av enkelte plantearter i jord og vekstmedier med innhold av fremmedstoffer.

## Referanser

- Collins, C., Martin, I., Fryer, M. 2006. Evaluation of models for predicting plant uptake of chemicals from soil. Science Report - SC050021/SR.
- Eggen, T., Hanslin, H.M., Stuanes, A., Engen, G. 2005. Opptak av DDT i planter. Jordforsk rapport nr. 72/05.
- Hanlin, H.M., Eggen, T., 2006. Opptak av bromerte flammehemmere i planter. Bioforsk Rapport 1(83).

# Virusresistent julestjerne

Virus og fytoplasma i julestjerne har vært et forskningsfelt ved Bioforsk Plantehelset siden 1990-tallet. Vi har kombinert dette med ny kunnskap om gen-transformering. I 2009 er vi kommet så langt at vi har dyrket virusresistent julestjerne i et gartneri. Nå er det naturlig å summere resultater vi har oppnådd og muligheter som åpnes.

Dag-Ragnar Blystad, Jihong Liu Clarke, Sissel Haugslie, Merete Wiken Dees, Erling Fløistad, Shaochen Xing og Carl Spetz  
Bioforsk Plantehelset  
dag-ragnar.blystad@bioforsk.no

De fleste vekster kan infiseres av ett eller flere plantevirus. Det er stor variasjon med hensyn på hvor mye symptomer som de enkelte virus forårsaker i vertplantene og likeens hvor mye skade på kvalitet og avlingsmengde som måtte forekomme. I Norge er potet særlig utsatt for skade av virus. Dette skyldes at det er mange virus som kan infisere potet, de spres lett under norske forhold og flere av dem gir betydelig skade ved at kvalitet og avling reduseres. Julestjerne (*Euphorbia pulcherrima*) er den største blomsterkulturen i Norge med en produksjon på ca 6 mill planter i året, og julestjerne er også en av de aller største potteplantekulturene på verdensbasis med en omsetning på 50-60 mill planter i USA og ca 100 mill planter i årlig omsetning i Europa. Det er to virus som er vanlig å påvise i de julestjernene vi dyrker, det er poinsettia-mosaikkvirus (*Poinsettia mosaic*

virus, PnMV) og poinsettia-latentvirus (*Poinsettia latent virus*) (Koenig & Lesemann 1980). Det er bare PnMV som forårsaker synlige symptomer i julestjerne. Symptomene varierer med årstiden og er mest framtrædende i oktober og november. Symptomene varierer også med sort og dyrkingstemperatur. En lav dyrkingstemperatur gir mer symptomer.

Julestjerne har også en spennende historie når det gjelder forgreining og "forgreiningfaktoren" (Lee et al. 1997). Fytoplasma, små vegglose bakterier, som i enkelte vekster gir stor skade, gir i julestjerne en ønsket forbedring av forgreining og mer kompakt vekst. "Poinsettia branch inducing phytoplasma" er bare kjent å kunne infisere julestjerne og nærstående arter. Moderne julestjernesorter er helt avhengig av denne fytoplasmainfeksjonen.

## Virusfrie julestjerner og re-infeksjon

På 1990-tallet var det flere tilfeller ute hos dyrkere med kraftige, viruslignende symptomer og vekststans i julestjerne. Dette gjorde at vi ved Bioforsk Plantehelset tok opp arbeidet med virus og viruslignende skadegjørere i julestjerne. Det lyktes oss å få fram virusfrie julestjerne av flere sorter gjennom en selektiv varmeterapi. Ved å teste et stort antall planter fant vi virusfrie planter med forgreiningfaktoren (fytoplasma) intakt. I forsøk ute hos produksjonsgartnerne ble de virusfrie julestjernene vurdert til å ha en bedre kvalitet. Det var imidlertid et problem at plantene ofte ble re-infisert av PnMV.

## Ny metodikk

Mange plantarter har blitt gentransformert ved hjelp av *Agrobacterium tumefaciens*, men dette har ikke vært utviklet til en funksjonell metode for julestjerne før vi gjorde det i 2005-2006 (Clarke et al. 2008). Vi



Figur 1. Genmodifisert julestjerne i innesluttet dyrking i Ljones gartneri oktober 2009.

har søkt patent for bruk av metoden i julestjerne. Ved å utnytte ny kunnskap om planters forsvarsverk mot fremmede nukleinsyrer, såkalt gene-silencing (RNA interference) har vi forsøkt å få julestjerne til å gjenkjenne PnMV nukleinsyre som en inntrenger, og derved stoppe virusinfeksjonen. Dette ble vellykket og vi fikk flere linjer med lovende resultater.

### Virusresistente julestjerner - dyrking og risiko

Flere av de gentransformerte linjene av julestjerne viste resistens mot PnMV, og to av linjene har til nå ikke latt seg infisere av PnMV i det hele tatt, i gjentatte smitteforsøk. For å prøve ut hvordan plantematerialet oppfører seg under vanlige vekstshusforhold ble det våren 2009 søkt Helsedirektoratet om innesluttet dyrking av genmodifiserte linjer i Ljones gartneri (figur 1). Dette ble innvilget og plantene ble dyrket i gartneriet høsten 2009 under samme forhold som de ordinære julestjerneplantene. Vekst og utvikling av de transformerte plantene var normal. Ingen av plantene ble re-infisert av PnMV. Er det noen risiko forbundet med dyrking av disse julestjernene i Norge? Risiko for gener eller antibiotikaresistens på avveier? Eller kan det oppstå nye virus? Risikoen for pollenspredning av fremmede gener er ikke til stede ettersom julestjerne bare blomstrer om vinteren, uten andre *Euphorbia*-arter i nærheten. Spredning av antibiotikaresistens knyttet til *nptII*-genet er vurdert som svært lav av Vitenskapskomiteen for Mattrygghet: "Ad hoc-gruppen mener likevel at tilstedeværelse av *nptII*-genet i GMP ikke er en signifikant kilde til resistensgener i bakterier sammenlignet med de *nptII*-genene som allerede er til stede i bakteriepopulasjonene" (VKM Dok. Nr 05/312-5). Faren for dannelsen av nye virus, som kombinerer gener fra det vi har satt inn, med sitt eget arvemateriale, synes svært lav da julestjerne infiseres av få virus. Risikoen er med andre ord svært lav både for de som steller plantene, naturmiljøet og for annen plantedyrking.

### Nye muligheter

Gjennom dette arbeidet med gentransformering av julestjerne har vi oppnådd viktige resultater som har gitt oss store muligheter på to områder:

#### Transformering av Julestjerne

Det at vi har etablert en metode for gentransformering av julestjerne gjør at det vi er en interessant samarbeidspartner for miljøer som ønsker å arbeide



Figur 2. Tre kloner av genmodifisert julestjerne (til høyre og i midten) dyrket sammen med to kontroll-planter, en ubehandlet virusfri plante (nederst til venstre) og en virusfri som har vært gjennom samme vevskultur som de gentransformerte (øverst til venstre).

med denne interessante og viktige kulturen. Vi har allerede et samarbeide med flere miljøer både i Norge og utenlands, om transformering som kan gi ny farge (gul), mer kompakt vekst og bedre holdbarhet.

#### Ny virusresistens

Transformering av planter for å "trene de opp" til å gjenkjenne plantevirus som fremmed arvestoff (gene-silencing) og stoppe virusinfeksjonen, er et kraftig verktøy som vil kunne gi effektiv resistens mot plantevirus i andre viktige kulturer der skade av virus betyr mye, for eksempel i potet. Vi har gjennom arbeidet med julestjerne etablert kompetanse til å vurdere og eventuelt utvikle GMO-planter med virusresistens.

Vi håper vi kan utnytte disse mulighetene slik at vi kan bidra til miljøvennlig planteproduksjon og et redusert tap av avling og kvalitet.

#### Referanser

- Clarke, J.L., Spetz, C., Haugslie, S., Xing, S.C., Dees, M.W., Moe, R. & Blystad, D.R. 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.
- Koenig, R. & Lesemann, D. E. 1980. Two isometric viruses in Poinsettia. *Plant Disease* 64:782-784.
- Lee, I.-M., Klopmeier, M., Bartoszyk, I.M., Gundersen-Rindal, D.E., Chou, T.-S., Thomson, K.L., & Eisenreich, R. 1997. Phytoplasma induced free-branching in commercial poinsettia cultivars. *Nature Biotechnology* 15:178-182.

# Bekjempelse av bomullsmellus på julestjernestiklinger

Smitte av bomullsmellus (*Bemisia tabaci*) på importerte stiklinger av julestjerne er en av de største utfordringene for julestjernenæringen når det gjelder plantevern. Hvordan kan vi redusere risikoen for angrep i norske veksthus?

Nina Svae Johansen og Toril Sagen Eklo  
Bioforsk Plantehelse  
nina.johansen@bioforsk.no

## Introduksjon

Bomullsmellus skaper store problemer hvis de får etablere seg i veksthusene fordi de ikke lar seg bekjempe med kjemiske midler pga. plantevernmiddelresistens, og fordi den lave dyrkingstemperaturen gjør biologisk bekjempelse vanskelig. Derfor er det stort behov for å finne andre metoder som kan fjerne bomullsmellus fra stiklingene ved ankomst til gartneriene.

Oksygenfattig atmosfære (som regel CO<sub>2</sub> eller N<sub>2</sub>-atmosfærer) brukes for å drepe insekter i bl.a. tørre matvarer, emballasje og vegetabilier (Mitcham *et al.* 2006). Forsøk har vist at O<sub>2</sub>-konsentrasjonen må være < 1 % for å drepe insektene raskt. Det er vist at bomullsmellus kan drepes med nesten oksygenfri atmosfære, og at noen snittblomster, potteplanter og stiklinger kan tåle behandling over noen timer (Han & Konieczny 2000, Held *et al.* 2001).

Plantevernmidler som har ren fysisk virkning på insektene er lite utsatt for resistensutvikling. De er heller ikke helseskadelige, og egner seg godt til dypping av stiklinger før innpotting. Vi har prøvd ut to metoder for behandling av julestjernestiklinger for å drepe bomullsmellus: 1) Behandling av stiklinger med ren CO<sub>2</sub> og 2) dypping av stiklinger i vann tilsatt ulike lavrisiko plantevernmidler.

## Materiale og metode

1) Behandling med ren CO<sub>2</sub>: Rota stiklinger med bomullsmellus ble behandlet ved 20-30 °C i 5-10 timer i trykkbeholdere med en gjennomstrømming av 100 l ren CO<sub>2</sub> per time. Lyset sto på under behandlingene. Målinger viste at O<sub>2</sub>-konsentrasjonen i trykkbeholderne aldri oversteg 1 %. Det ble gjort 6 gjentak for hver behandling.

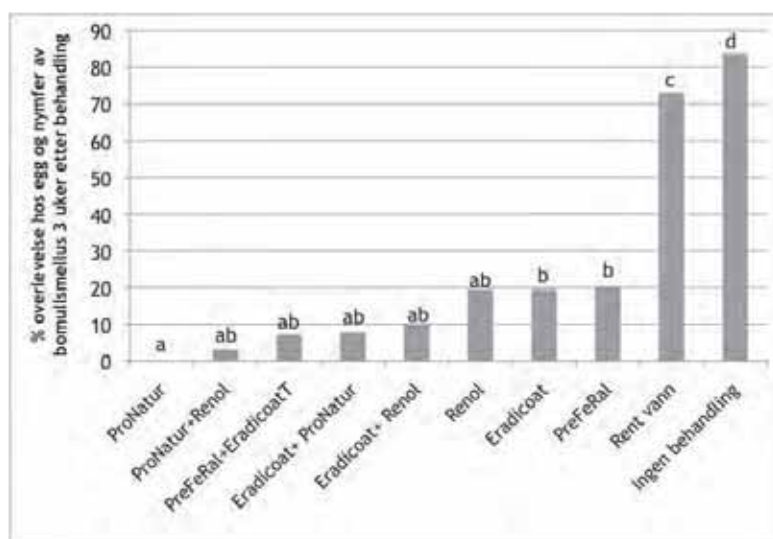
2) Dypping: Urota stiklinger med egg, unge eller eldre nymfer av bomullsmellus ble dyppet i vann (20 °C) tilsatt enten a) den insektpatogene soppen *Paecilomyces fumosoroseum* 2x10<sup>9</sup> kolonidannende enheter/g (PreFeRal WG, Gartnersenteret Lier Fruktlager Handel AS), b) rapsolje 777 g/l (ProNatur EC, Arcus kjemi AS), c) maltodextrin 539 g/l (EradicoatT, Biological Crop Protection Ltd), og d) vegetabiliske oljer med emulgatorer 326 g/l (Renol, Bayer Crop Science), eller kombinasjoner av disse midlene. Behandlingstiden var 1-20 minutter. Hvert middel ble testet i 1-4 forsøk. For hver behandling ble det gjort 5 gjentak med hvert av mellusstadiene.

Etter behandling med CO<sub>2</sub> eller dypping ble stiklingene satt ved 24 °C, 70 % RF og 16 timer lys. Etter 2-4 uker ble dødelighet hos bomullsmellusa og skade på stiklingene registrert. Sortene Christmas Spirit, Cortez White, Primero, Freedom Red og Millenium ble brukt i forsøkene.

## Resultater og diskusjon

1) Alle voksne mellus døde etter 3,5 time ved behandling med ren CO<sub>2</sub>. Dødeligheten hos egg og nymfer var 85-100 % ved behandling i 7-9 timer ved 20-30 °C (tabell 1). Det ser i tillegg ut til at bomullsmellusa hemmes i utviklingen, så langtidseffekter av behandlingen bør undersøkes. Plantene så ut til å tåle behandling i 7-8 timer ved 20 °C (85,1-97 % dødelighet hos mellusa), og i 6 timer ved 23 og 25 °C (85,7 og 87,6 % dødelighet hos mellusa). Det er imidlertid behov for grundigere testing av plantetoleranse, både for direkte skade og langtidseffekter.

Resultatene våre stemmer godt med andre forsøk. Held *et al.* (2001) fant at alle voksne mellus ble drept etter behandling med ren CO<sub>2</sub> eller N<sub>2</sub> i 6 timer



Figur 1. Overlevelse hos egg og nymfer av bomullsmellus etter dypping i vann tilsatt forskjellige plantevernmidler (gjennomsnitt for alle mellusstadier og gjentak). Forskjellige bokstaver viser statistisk signifikante forskjeller mellom behandlingene (ANOVA, Fishers parvise sammenligninger,  $p < 0.05$ ).

(20 °C). I julestjerne oppnådde Han and Konieczny (2000) 100 % dødelighet hos voksne mellus etter < 2 timers behandling i N<sub>2</sub>-atmosfære. 80 % av eggene og -nymfene var døde etter 8 timers behandling ved 20 °C, og etter ca. 2 timer ved 30 °C. De fleste julestjernesortene tålt 8 timers behandling, men 2 sorter ble satt noe tilbake i vekst. Behandling av planter med braktee ga fyto toksisk skade hos 2 av 4 sorter. Behandling med 25 og 50 % CO<sub>2</sub> (20 °C) drepte alle voksne mellus etter 8 timer, men ga ikke god nok bekjempelse av de andre stadiene. Behandling i 24 timer med 25 % CO<sub>2</sub> ga 60 % overlevelse hos pupariene, og julestjerneplantene tok sterk skade av så lang behandling.

2) Dypping i ProNatur (20 ml/l vann, 20 minutter) drepte i gjennomsnitt 99.8 % av mellusene på stiklingene (figur 1). Det var imidlertid tendenser

Tabell 1. % dødelighet hos egg og nymfer av bomullsmellus etter behandling med ren CO<sub>2</sub> ved ulike temperaturer og behandlingstider. Tallene er gjennomsnitt av 6 gjentak

Beh.tid (timer)	Temperatur ( °C)			
	20	23	25	30
5	76,0	-	-	-
6	84,5	85,7	87,6	83,2
7	85,1	93,5	99,8	99,4
8	97,0	94,6	96,3	-
9	97,0	95,2	100,0	-
10	84,9	-	-	-
	95,5	-	-	-

til bladskade og til negativ effekt på rotingen av stiklingene. Effekten av PreFeRal WG og EradicoatT varierte en del, og ga i gjennomsnitt litt over 80 % dødelighet. Plantene så ut til å tåle disse to midlene godt. Dypping i en kombinasjon av PreFeRal WG og EradicoatT drepte ca. 90 % av eggene, og 95-100 % av nymfene. Plantene tålte denne kombinasjonen godt. Dypping i en kombinasjon av EradicoatT og ProNatur ga ikke bedre effekt enn ProNatur brukt alene, og det var en tendens til negativ effekt på rotdannelsen hos stiklingene. Dypping i en kombinasjon av PreFeRal WG og ProNatur ga planteskade. ProNatur ble dessverre trukket fra det norske markedet i løpet av prosjektperioden. EradicoatT er ikke kommet på markedet enda.

## Finansiering

Prosjektet er finansiert av G3 Ungplanter, Norges Forskningsråd, Fondet for Jordbruksavtalen og Skattefunn.

## Referanser

- Han, S.S. & Konieczny, J. 2000. Responses of whitefly and poinsettias to insecticidal controlled atmospheres. *Journal of American Society of Horticultural Science* 125:513-517.
- Held, D.W., Potter, D.A., Gates, R.S. & Anderson, R.G. 2001. Modified atmosphere treatments as a potential desinfestation technique for arthropod pests in greenhouses. *Journal of Economic Entomology* 94:430-438.
- Mitcham, E., Martin, T. & S. Zhou, 2006. The mode of action of insecticidal controlled atmospheres. *Bulletin of Entomological Research* 96:213-222.

# Produksjon av frukttregrunnstammer og frukttrær

Eplegrunnstamme 'M9 Lancep' kan produseres effektivt fra rotmasse av god kvalitet (tykkelse) fra vevsformerte morplanter. Stiklingene roter seg godt uten bruk av rotingshormoner. Vedstiklinger bør ha en viss størrelse for god rotdanning. Økt greindanning hos frukttrær ble observert ved bruk av tilførte plantehormoner.

Arne Sæbø<sup>1</sup> og Jan Meland<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Vest, Særheim, <sup>2</sup>Sagaplant AS  
arne.sabo@bioforsk.no

## Bakgrunn

Norsk plantehelselovgivning forbyr import av kjernefrukttrær til Norge. Formålet er å hindre introduksjon og spredning av uønska planteskadegjørere. Det omsettes derfor utelukkende norskproduserte planter til våre eple- og pæredyrkere. Verken kvaliteten eller mengden av grunnstammer eller epletrær har vært tilfredsstillende de senere årene. Det ble derfor startet et prosjekt i 2008, der hovedmålet er "Å øke kvalitet og kostnadseffektivitet i norsk produksjon av epletrær". Delmåla for prosjektet er 1) metoder for rasjonell oppformering av eplegrunnstammer, 2) alternative produksjonsteknikker for å redusere produksjonstiden og regulere vekst og utvikling hos epletrær etter poding og 3) et system for sertifisert produksjon av kjernefrukttrær. Prosjektet finansieres av Norges forskningsråd, Sagaplant og Fjeld Hagebruk. Her rapporteres forsøksresultater som foreligger etter de første to årene i prosjektet.

## Stiklinger produsert fra rotmasse

Rotmasse av eplegrunnstamme 'M9 Lancep' ble plassert i kasser med veksttorv. Antall stiklinger produsert per kasse var sterkt påvirket av kvaliteten til rotmassen, med flest stiklinger fra de tykkeste og lengste rotbitene. Resultatene viste også at en bør legge rotmassen ca 3 cm under overflaten, for å få stiklinger raskt og for å få flest mulig stiklinger. Årsaken til det store utslaget av plasseringen av rotmassen kom sannsynligvis av en temperatureffekt og at det tar lengre tid for stiklingene å vokse gjennom et tykkere enn et tynnere jordlag. Imidlertid må laget ha en viss tykkelse for å gi etiolerings (bleking) av stiklingenes basis og for å unngå at rotmassen blir utsatt for tørkestress.

Før stikking sorterte vi stiklingene etter lengde og størrelse. Rotdanningen viste seg å gå greit, uavhengig av om stiklingene var store eller små. Men lengden til stiklingen er likevel viktig, først og fremst ved at handteringen er enklere og billigere ved en "passe" størrelse.

I et annet forsøk med et parti stiklinger, ble effekten av rotingshormon (Floramon) på 'M9 Lancep' undersøkt. Den ekstra arbeidsoperasjonen som hormonbehandlingen innebærer, har ikke gitt stort utslag på rotingsprosenten. Undervarme til stiklingene i rotingsfasen ga best småplantekvalitet.

## Vedaktige stiklinger i varmebenker

Det ble laget tre stikkebenker med mulighet for å stille inn ulike temperaturer til basis av stiklingene. Stikkebenkene ble plasserte i et kjølerom, slik at en samtidig kunne gi høy temperatur til initiering og utvikling av røtter på stiklingsbasis og lav temperatur til toppen. Stikking skjedde i Jiffy pletter. Resultatene viste at temperaturen ved stiklingsbasis var viktig for om stiklingen utviklet røtter. Størrelsen til stiklingen var imidlertid enda viktigere. Det viser at stiklingen enten bør ha nådd et visst modningsstadium, eller ha en viss mengde opplagsnæring for å kunne danne røtter. Stiklingene ble tatt opp fra varmebenkene og plantet ut i et plasthus våren -09. Det viste seg at det var god sammenheng mellom rotdanningen vi observerte ved uttak fra stikkebenken og tilvekst sommeren -09. Det betyr at rotdanningsprosessen bør ha kommet langt i stiklingene, med i det minste noen få utviklede røtter, før de overføres til jord på friland eller i veksthus. De stiklingene som var relativt store og som rotet seg, nådde en størrelse som kan brukes til okulering samme året som de plantes ut. En del vil

også være store nok til poding. Denne produksjonen er sannsynligvis sikrere dersom en planter ut i plasthus eller tunnel enn om en planter på friland. Dette bør en imidlertid undersøke nærmere før en trekker endelige konklusjoner.

### **Poding på stiklinger**

Dersom en kan korte ned på produksjonstiden fra formering av grunnstammer fram til poding eller okulering og ferdigproduksjon av frukttrær, vil en kunne spare inn betydelige kostnader. Stiklinger som først var behandlet i stikkebenkene, ble derfor brukt i et forsøk med poding av 'Aroma' og 'Discovery', der en til dels podet direkte på stiklinger uten røtter eller på rota stiklinger. Uansett var det ikke mye røtter på stiklingene. Resultatene viste at tilslag ved podingen var avhengig av kvaliteten til grunnstammene. Det var viktig at stammene var tykke nok, slik at podekvist og stamme var av omtrent samme tykkelse. Videre måtte det være i det minste noen få røtter på stiklingen som ble brukt som grunnstamme. Podingene som overlevde, vokste til pisker, men de ble ikke høyere enn ca 60 cm. Dette resultatet kan en sannsynligvis forbedre betydelig ved å forbedre stiklingsformeringen og sorteringen av grunnstammene før poding.

### **Greindanning på ettårige trær**

Normalt vil en første sesongen etter okulering eller poding, produsere en pisk med få eller ingen greiner. Først andre året på friland, vil trærne utvikle greiner. Dersom en kan få utviklet greiner allerede første året, vil det gi en betydelig kostnadsreduksjon. Samtidig vil en kunne få trær av god nok kvalitet til å gi avling året etter utplantning. I dette forsøket brukte vi okulerte grunnstammer fra Fjeld Hagebruk. Sortene 'Aroma' og 'Discovery' ble drevet fram til pisker i et plasthus. Da piskene var 60 - 70 cm lange, ble de sprøytet med ulike blandinger av planteormer, som skulle gi økt knoppbryting og dermed bedre greindanning. Resultatene viste at greindanningen økte betydelig i 'Aroma', men ikke så mye i 'Discovery' med de behandlingene vi la inn i forsøket. Det er derfor behov for å justere behandlingene, slik at konsentrasjonene blir optimaliserte. Resultatene tyder på at de to sortene har ulik evne til å bryte fra sideknopper i vekstsesongen, og at sortene trolig må ha forskjellige konsentrasjoner for å få tilstrekkelig greindanning. Dette er tema som vil bli undersøkt videre i 2010.



# Phytophthora ramorum i Norge

*P. ramorum*, en potensiell karanteneskadegjører, ble påvist for første gang i Norge i 2002, på rododendron. Siden den gang er patogenet påvist hvert år, mest på rododendron, men også på andre planter i planteskoler og hagesentre. Sjukdommen er også funnet i grøntanlegg og hager, bl.a. på eik og blåbær, hovedsakelig på Sør-Vestlandet.

María-Luz Herrero og Brita Toppe  
Bioforsk Plantehelsete  
maria.herrero@bioforsk.no

## Innledning

Midt på 90-tallet forårsaket en epidemi omfattende visning av eiketrær i California. Årsaken til epidemien var ukjent, og sykdommen ble kalt *Sudden Oak Death* (SOD). Nesten samtidig ble det oppdaget at en pseudosopp, en *Phytophthora*-art, forårsaket skade på rododendron og krossved i planteskoler i Europa. Denne nye *Phytophthora*-arten ble beskrevet i 2001 (Werres *et al.* 2001), og det ble konstatert at problemene på skogen i California og planteskoler i Europa var forårsaket av den samme organismen: *P. ramorum*. Det ble tidlig klart at denne *Phytophthora*-arten hadde mange potensielle vertsplanter også i Europa. På grunn av de omfattende skadene som denne arten hadde forårsaket i Amerika, betraktet europeerne den som en potensiell alvorlig fare for skog også i Europa, og skadegjøreren ble rask underlagt tilsyn.

## Phytophthora ramorum i Norge

I Norge ble *P. ramorum* påvist for første gang på rododendron i en planteskole i høsten 2002 (Herrero & Sletten 2005). I 2003 begynte Mattilsynet en kartlegging av patogenet i Norge. Siden den tid er det hvert år funnet i gartnerier og planteskoler på Sørlandet. Vertsplanter med påviste angrep i Norge framgår av tabell 1. Selv om det er iver satt tiltak for å eliminere patogenet, har resultatene vært varierende. Funn av *P. ramorum* i samme gartneri flere år på rad er ikke uvanlig (Herrero *et al.* 2008).

Det er liten produksjon av rododendron i Norge. Mye blir import. Man fikk raskt mistanke om at *P. ramorum* kom til Norge med importsendinger (Herrero & Sletten 2005). Da importkontroller ble satt i gang i 2005, ble mistanken umiddelbart bekreftet (Herrero *et al.*

Tabell 1. Vertsplanter for *P. ramorum* i Norge og år påvist

	Planteskoler, hagesentre	Parker, private hager
2002	<i>Rhododendron</i> spp.	
2003	<i>Rhododendron</i> spp.	
2004	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Pieris japonica</i> (pyramidelyng), <i>Kalmia</i> sp.	
2005	<i>Rhododendron</i> spp.	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Viburnum</i> sp. (krossved)
2006	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Syringae vulgaris</i> (syrin)	<i>Rhododendron</i> sp., <i>Viburnum</i> spp.
2007	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Pieris japonica</i> .	<i>Rhododendron</i> sp., <i>Pieris japonica</i> .
2008	<i>Rhododendron</i> spp.	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Quercus</i> sp.(eik)
2009	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Viburnum</i> sp.	<i>Rhododendron</i> spp., <i>Vaccinium myrtillus</i> (blåbær)

2007). Påvisninger flere år på rad på samme sted kan i noen tilfeller vært forårsaket av nye introduksjoner med planter.

Første påvisning av *P. ramorum* i et grøntanlegg ble gjort i 2005 (Herrero *et al.* 2006) i en privat hage i Bergen. I denne hagen ble det funnet *P. ramorum* på rododendron og krossved. Siden er det funnet *P. ramorum* i parker og private hager på flere lokaliteter, spesielt på Vestlandet. I Norge er *P. ramorum* bare funnet en gang på trær. Angrepet var på en amerikansk eik som befant seg i nærheten av et meget nedsmittet rododendronfelt. Eika fikk typiske *Phytophthora*-symptomer (bløende sår) og flere visne greiner. Treet ble fjernet. Høsten 2009 ble *P. ramorum* funnet på blåbær i Stavanger arboret. De infiserte blåbærplantene befant seg i nærheten av rododendronplanter infisert av *P. ramorum*.

*P. ramorum* er funnet i planteskoler og hagesenter i hele Sør-Norge. I grøntanlegg finnes patogenet stort sett på Sør-Vestlandet hvor det fuktige og mildere klimaet er gunstigere for overlevelse og spredning. Den vanligste vertsplante er rododendron.

I 2008 bestilte Mattilsynet en risikovurdering fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet. Resultatene forelå høsten 2009. En oppsummering finnes i Sundheim *et al.* 2010

## Referanser

- Herrero, M.-L. & A. Sletten, 2005. *Phytophthora ramorum* - en trussel for rododendron og andre grøntanleggsplanter. Grønn kunnskap 9 (2):100-109.
- Herrero, M.-L., Toppe, B. & A. Sletten, 2006. Kartlegging og påvisning av *Phytophthora ramorum* i 2005. *Bioforsk rapport 1(8)*.
- Herrero, M.-L., Toppe, B., Klemsdal, S. & Sletten, A. 2007. Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2006. *Bioforsk rapport 2(34)*.
- Herrero, M.-L., Toppe, B., Brurberg, M.B. & Sletten, A. 2008. Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2007. *Bioforsk rapport 3(56)*.
- Sundheim, L., Herrero, M.-L., Rafoss, T. & Toppe B. 2010. Risikovurdering av *Phytophthora ramorum*, en pseudosopp som framkaller ramorum-greinvisning. *Bioforsk FOKUS 5(2):248-249*
- Werres, S., Marwitz, R., Man In'T Veld, W.A., De Cock, A.W.A.M., Bonants, P.J.M., De Weerd, M., Themann, K., Ilieva E. & Baayen R.P 2001. *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on Rhododendron and Viburnum. *Mycological Research 105:1155-1165*.

# Tobakkplanter som fabrikk for produksjon av vaksiner

Kan tobakkplanter som har vært et helseskadelig stoff for mange røykere, brukes til å lage vaksiner for å bedre menneskers helse? Hvordan lager man vaksiner i tobakkplanter og hvorfor? Dette innlegg skal gi svarene til disse spørsmålene.

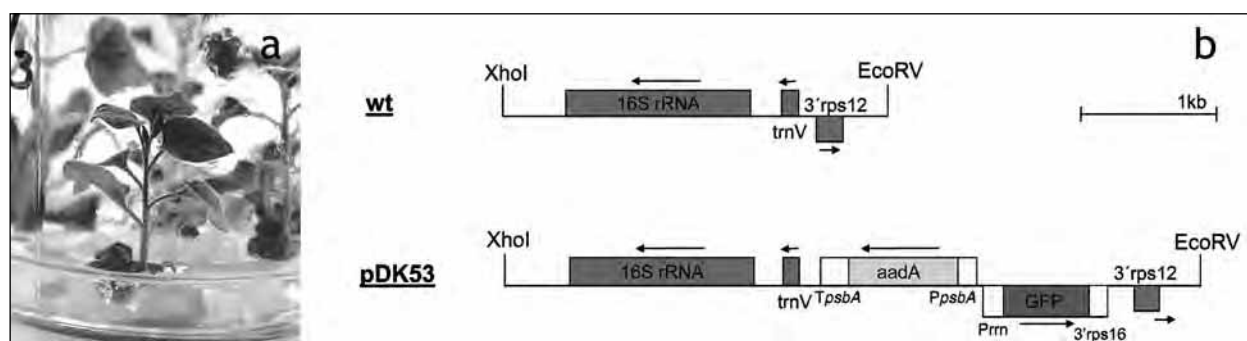
Jihong Liu Clarke, Even Sannes Riiser, Shuai Guo og Sonja Sletner Klemsdal  
Bioforsk Plantehelse  
jihong.liu-clarke@bioforsk.no

Folk flest vet godt at planter er viktige kilder til mat og fôr. Men planter kan også nyttes som grønne fabrikker for å produsere vaksiner, biofarmasøytika og proteiner. Noen plantebaserte produkter har allerede i dag kommet så langt som til kliniske forsøk III (Daniell *et al.* 2009).

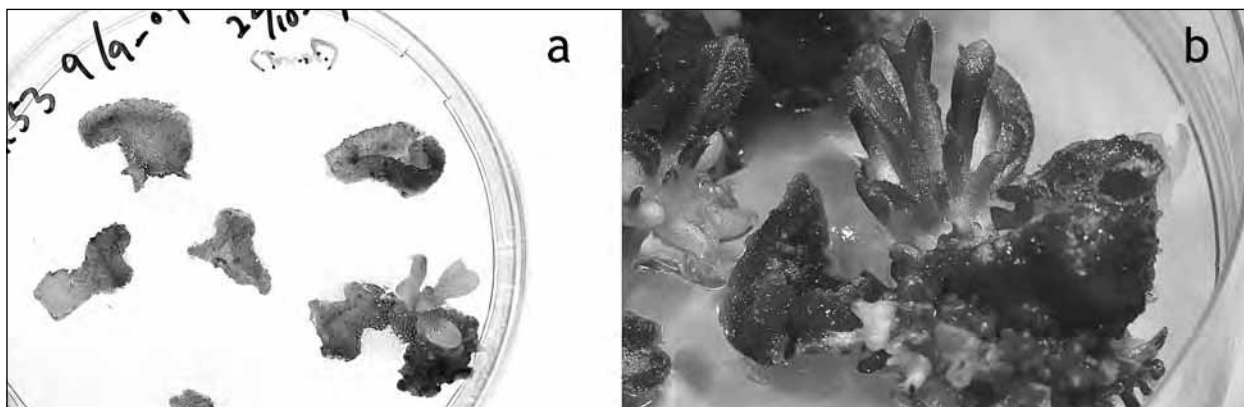
Tradisjonelt blir vaksiner produsert ved storskala- dyrkning av bakterier, gjær, eller i dyrkede dyre- eller cellelinjer. Slik produksjon er svært kostbar. Sammenlignet med dette vil en plantebasert vaksineproduksjon kunne redusere produksjonskostnadene 50-100 ganger. Vaksineprodukter som lages i planter blir derfor billigere og vil også kunne redusere risikoen for kontaminering med sykdomsframkallende organismer. Dette fordi planter ikke er vert for organismer som kan gi sykdom hos mennesker. I dag finnes det tre framgangsmåter for å lage transformerte planter: cellekjerne- transformasjon, kloroplasttransformasjon og den virusvektorbaserte metoden.

Det er nå mer enn 30 år siden man først klarte å lage den første stabile transgene planten ved å overføre genetisk materiale til plantenes genom lokalisert i cellekjernen. Men ikke bare cellekjernen inneholder

DNA. Det gjør også mitokondrier og kloroplaster. Kloroplastgenomet er vanligvis sirkulært og inneholder 120.000 til 220.000 basepar, noe som utgjør 110-130 gener. Kloroplastene er organellene i grønne planter som utfører fotosyntese. Hver plantecelle inneholder ca 100 kloroplaster og hver enkelt kloroplast har igjen ca 100 kopier av det samme kloroplastgenomet. Et fremmed gen som settes inn i kloroplastgenomet vil derfor finnes i ca 10.000 kopier pr celle. Dette medfører at genmodifisering av kloroplaster vil gi et enda høyere genuttrykk enn modifisering av cellekjerne- DNA (Clarke *et al.* 2006). Dette vil igjen kunne gi en svært effektiv produksjon av de stoffene man ønsker. For å kunne gjennomføre en økonomisk lønnsom produksjon og opprensing av et planteprodusert protein, trenger man at dette proteinet produseres i en mengde som minst utgjør 1 % av total mengde løselig protein. Mens man stort sett ikke klarer å oppnå så høy produksjon ved hjelp av cellekjerne- basert transformasjon, har man oppnådd å produsere så store mengder som 70 % av total mengde løselig protein ved kloroplasttransformasjon (Oey *et al.* 2009). Biofarmasøytiske proteiner og vaksiner mot bl.a. plague, HIV og papillomavirus har blitt produsert ved bruk av kloroplasttransformasjon. Men hvilken



Figur 1. a) Tobakk plante, b) plasmid pDK53 som inneholder GFP genet.



Figur 2. a) Transformert tobakk på 1. seleksjon b) Transformert tobakk på 2. runde seleksjon. Foto: D.-R. Blystad.

plante bør brukes? I prinsippet kan alle typer planter brukes for produksjonen av vaksiner og biofarmasøytika. Men tobakksplanten er spesielt godt egnet fordi tobakk ikke er mat, heller ikke fôr, har mye bladverk og er lett å transformere (figur 1a). I tillegg representerer tobakksplanten det mest reproduserbare og effektive systemet. Vekstsesongen er også kort, og ved dyrking i veksthuset kan høsting foregå flere ganger i året. Derfor bruker vi tobakksplanter som har vært, og fremdeles er, et helseskadelig stoff for mange røykere, til å lage vaksiner for å bedre folk helse.

### Produksjon av vaksine i kloroplaster

Et nylig finansiert prosjekt (NFR 192510, "Produksjon av dengue-vaksine i tobakk-kloroplaster", 2009-2012) i programmet Global helse og vaksinasjonsforskning (GLOBVAC, [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)), skal Bioforsk Plantehelse lage vaksine mot alle fire serotypene (tetraivalent) av Dengueviruset i tobakk kloroplaster. Dengueviruset (*Flavivirus*) er et humanpatogen som spres med mygg og finnes over store deler av verden. Det finnes fire serotyper av dengueviruset, DEN1 til DEN4, som alle har beslektede antigen. Disse virusserotypene kan forårsake alvorlige problemer i form av sykdom og død, med sosiale problemer og økonomisk tap som resultat. Forekomsten av dengue øker hurtig og regnes som et av de viktigste helseproblemene i Stillehavsregionen og Asia med nesten 1,8 milliarder mennesker i risikozonen og et estimert antall av 2,5 milliarder på verdensbasis (WHO 2007). Siden det ikke finnes noen vaksiner og heller ingen medisiner som kan brukes mot disse virusene, har man i de fleste land hittil konsentrert seg om et integrert vektor-kontrollprogram som inkluderer etableringen av et regelverk kombinert med opplæring av allmennheten for å kontrollere dengue. En satsning for å utvikle

en vaksine mot dengue-infeksjon og å etablere et kostnadseffektivt produksjonssystem for å sikre en storskalaproduksjon av denguevaksine(r), vil derfor være av stor betydning. Med dette som utgangspunkt har vi dannet et norsk-indisk samarbeidsprosjekt for å (1) utvikle et kostnadseffektivt og trygt produksjonssystem for denguevaksine via tobakk-kloroplast produksjonssystemet, og (2) produsere en "tetraivalent" vaksine mot dengue ved å uttrykke vertcelle-reseptorbindende dengue "envelope" domene III (EDIII) av de fire antigen serotypene, DEN1 til DEN4, alene eller koplet sammen i samme operon i tobakk-kloroplaster. Virkningen av den kloroplastproduserte tetraivalente denguevaksinen og de potensielle økonomiske og sosiale fordelene ved vaksineproduksjon i kloroplaster, vil bli evaluert.

Hittil har vi transformert tobakk-kloroplaster med plasmidene pDK53 og pDK60 (figur 1b) som inneholder et markørgen. Etter to omganger med seleksjon har transgene tobakksplanter utviklet seg på seleksjonsmediet (figur 2). Molekylære analyser skal utføres i nær fremtid for å bekrefte at markørgenet er flyttet over i kloroplast-DNAet.

### Referanser

- Clarke, J.L., Klemsdal, S.S., & Takle, G.W. 2006. Genmodifisering av kloroplaster - en bedre vei til sikre GMO? *GENi*alt 4:12-13.
- Daniell, H., Singh, N.D., Mason, H. & Streatfield, S.J. 2009. Plant-made vaccine antigens and biopharmaceuticals. doi:10.1016/j.tplants.2009.09.009
- Oey, M., Lohse, M., Scharff, L.B., Kreikemeyer, B. & Bock, R. 2009. Exhaustion of the chloroplast protein synthesis capacity by massive expression of a highly stable protein antibiotic. *The Plant J* 57:436-445.

# Klimaendringer og genetiske ressurser i landbruket

Genetisk variasjon er en forutsetning for at naturen skal kunne tilpasse seg et endra klima. Det er derfor viktig å bevare artenes genetiske mangfold. Bevaring *in situ* er spesielt gunstig når klimaet endrer seg og plantepopulasjoner kan utvikle seg i takt med klimaendringene.

Tore Skrøppa

Norsk genressurssenter, Norsk institutt for skog og landskap.  
tore.skrøppa@skogoglandskap.no

## Genetiske ressurser

Genetisk variasjon har avgjørende betydning for arters evne til å overleve og tilpasse seg til nye miljøfaktorer, både på kort og på lang sikt. Forskjeller i tilpasningsegenskaper over heterogene områder i landskapet kan komme av ulike genetiske tilpasninger til de rådende økologiske forhold på voksestedet, men kan også være et resultat av dynamisk samspill mellom flere andre faktorer, f.eks. menneskers bruk. Genetiske ressurser av nytteplanter og trær er frø eller planter som inneholder genetisk variasjon av betydning for populasjonenes evolusjonære utvikling, men også for målrettet produksjon i landbruket eller for en målstyrt utvikling av et kulturlandskap.

God tilpasning til klimaet er av stor betydning for alt som vokser og gror i det nordlige miljøet. Lokale populasjoner og sorter av planter har gjennom generasjoner tilpasset seg spesifikke temperatur- og lysforhold i de ulike vekstfasene gjennom året. Disse betingelsene starter fysiologiske prosesser som mellom annet styrer den fenologiske utviklingen gjennom vår, sommer, høst og vinter. Temperatur og daglengde er fundamentale miljøfaktorer som for flerårige planter styrer den rytmiske vekslingen mellom hvile og vekst gjennom året. Lokale populasjoner og sorter har ofte tilpasset seg til å respondere på endringer i daglengde gjennom sommer og høst og til temperaturvariasjonene på voksestedet, noen ganger også til samspill mellom temperatur og daglengde. Innen de fleste arter finnes det betydelig genetisk variasjon både innen og mellom populasjoner for slike reaksjonsmønstre.

Genetiske ressurser bevares gjennom bærekraftig bruk og ved spesielle bevaringstiltak. *Ex situ* bevaring kan

være lagring av frø i genbanker eller samlinger av levende planter. Ofte kjenner vi egenskapene til materialer som er bevart *ex situ*, og de kan derfor raskt utnyttes i foredling. En helt annen form for genressursbevaring får vi når plantene bevares og får utvikle seg over generasjoner i det samme miljøet der de har utviklet sine spesifikke egenskaper. Dette betegnes ofte som *in situ* bevaring og er den vanligste bevaringsformen for bestand av trær i skogen. Formålet er å opprettholde den genetiske variasjonen samtidig som at tilpasning til miljøforholdene sikres ved naturlig seleksjon. *In situ* bevaring er også relevant for å bevare viltvoksende mat- og nytteplanter som allerede finnes i vår flora. Denne bevaringsformen er spesielt gunstig når klimaet endrer seg og plantepopulasjoner kan utvikle seg i takt med klimaendringene. Skjøtsel vil måtte være nødvendig i et *in situ* bevaringsområde.

## Det framtidige klimaet

Middeltemperaturen har steget de siste 100 år på den nordlige halvkule. Klimascenariene viser at det blir en fortsatt økning i middeltemperaturen, høyere havnivå og mindre snø. Simuleringer av klimaet for Norge mot år 2100 sier at det generelt blir varmere, med en økning i middeltemperatur på 2,5 til 3,5 °C og høyest økning i nord. Vintrene blir kortere og mildere. Årlig nedbørmengde vil øke med 5-20 %, mest langs kysten og helt i nord. Somrene blir tørrere på Østlandet og Sørlandet, fordelingen av nedbør endrer seg og størst økning i nedbør vil komme om høsten.

## Synlige effekter av klimaendringene

Varmere vår gjør at vekstprosessene starter tidligere. Undersøkelser har vist at våren nå kommer ca to uker tidligere langs kysten i Norge og at vekstsesongen

kan bli inntil fire uker lengre. Studier i tidspunkt for bryting av knoppkvile hos flere treslag på ulike lokaliteter i Norge viser at dette skjer i gjennomsnitt sju dager tidligere nå enn sammenlignet med noen tiår tidligere.

Ved klimaendringene stiger temperaturen mens variasjonen i daglengde gjennom året forblir uforandret. Eventuelle samspill mellom temperatur og daglengde brytes.

### Både positive og negative effekter av klimaendringene

**Positive:** Det blir en varmere og lengre vekstsesong med muligheter for økt biomasseproduksjon, spesielt i nord, og med muligheter for flere høstinger og utvidet beitesesong. Det blir lengre perioder med blader på trærne og blomster på hageplanter. Det gis muligheter for dyrking av nye arter og flytting av arter lengre mot nord.

**Negative:** Det kan bli stor avgang og mer skader ved bruk av planter som ikke er tilpasset de nye klimabetingelsene, spesielt vår og vinter. De potensielle vokseområdene for lokalt tilpassede plantepopulasjoner kan bli mindre fordi de kan bli tvunget til å flytte seg mot nord eller mot fjellet. Det kan bli endra skademønstre av insekter og sykdommer. Nye arter av insekter kan spre seg nordover og kan utvikle mer enn en generasjon i sommerhalvåret. Sopper vil få en lengre og varmere vekstsesong, og nye arter kan komme fra sør og etablere seg under mer nordlige betingelser.

For ettårige arter vil sannsynligvis det endra klimaet føre til økning i biomasseproduksjonen, mens det er mer usikkert for flerårige på grunn av at det er tilpasning til temperatur og daglengde som styrer overvintning og reproduksjon. Trær som skyter tidlig om våren kan få store skader når frostnetter inntreffer omkring knoppsprett.

For å opprettholde produksjonen i jordbruket blir det nødvendig å utvikle nye sorter tilpasset det framtidige klimaet og med mest mulig toleranse overfor sykdommer og skadegjørere. Flytting av materialer fra sør mot nord kan være aktuelt, men løser ikke alle tilpasningsproblemer. Foredling for tilpasning til nye klimaforhold blir derfor nødvendig, både med bruk av lokale og eksotiske genetiske ressurser.

### Samspill mellom klima og andre faktorer

Kulturlandskapet har gjennom de siste tiårene endret karakter i betydelig grad. Det har blitt en omfattende gjengroing med trær og busker, og skoggrensa går høyere. Varmekjære treslag som eik, bøk og lønn sprer seg nordover og oppover. Samtidig overlever fremmede arter i større grad. En vesentlig årsak til endringene er opphør av jordbruksdrift eller endret bruk og at effekten av dette forsterkes gjennom klimaendringene. De opprinnelige artene kan bli konkurrert ut og forsvinne. Dersom de har tilstrekkelig genetisk variasjon og muligheter for forflytning, kan de etablere seg i større høydelag eller lengre mot nord.

### *In situ* bevaring er viktig i endra klima

Norge har store genetiske ressurser i ulike varianter av nytteplanter både i vill flora og i kulturpåvirket mark. Den gruppen av arter som har størst økonomisk betydning, er artene av gras og kløver, men vi har også mange viltvoksende bærslag og planter med tradisjon og potensiale som krydder og medisinvækster. Ved Genressurscenteret arbeider vi med å lage en oversikt over hvilke viltvoksende arter vi bør prioritere å ta vare på ved *in situ* bevaring. De fleste nytteplanter i vill flora klarer seg som regel uten skjøtsel, mens levende planter i permanent eng og i landbrukspåvirkede arealer er avhengig av fortsatt drift for å overleve. Ved *in situ* bevaring vil de da fortsette å tilpasse seg vokseforholdene under et endra klima. Slik bevaring er spesielt viktig når klimaet endrer seg raskt.

For de viktige fôrplantene har vi i noen år arbeidet med å etablere *in situ* lokaliteter for bevaring i gammel kulturmark. Enger som i lang tid har vært slått eller beitet på tradisjonelt vis, er undersøkt, og det er laget skjøtelsesplaner for å sikre fortsatt bevaring av det biologiske og genetiske mangfoldet. Når avtaler om skjøtsel er på plass, får eier eller driver tilskudd fra Jordbruksavtalen til fortsatt drift, og enga får status som et *in situ* bevaringssted. Direktoratet for naturforvaltning har i 2009 utarbeidet og fulgt opp Handlingsplan for slåttemark. Den er laget i samarbeid med Arvesølv-prosjektet, som er støttet av Genressurscenteret, og den slår fast at slåttemark som holdes ved like kan fungere som levende genbanker. For andre arter i den ville floraen gir allerede vernede naturreservater store muligheter til å bevare genressurser av nytteplanter. Erfaringene fra bevaring av genressurser hos skogtrær i reservater vil bli benyttet som modell for å få til slik bevaring også for andre nytteplanter.

# Klimaendringer og konsekvenser for stølslandskapet - utviklingstrekk og tiltak

Stølslandskapet trues i dag av gjengroing på grunn av mindre eller opphør av stølsdrift. Denne trusselen vil sannsynligvis forsterkes av klimaforandringene. En gjennomtenkt forvaltning av viktige stølsområder vil kunne motvirke en negativ utvikling.

Mats Höglind<sup>1</sup> og Ann Norderhaug<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Vest, Særheim, <sup>2</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar

mats.hoglund@bioforsk.no

## Innledning

Klimaendringene vi står overfor, er en av vår tids største utfordringer. Vi vet ennå ikke fullt ut hvordan de vil påvirke naturen, det biologiske mangfoldet og de genetiske ressursene. Disse ressursene er imidlertid vårt livsgrunnlag, både i dag og i framtida, og det vil være svært viktig å beholde dem når klimaet endres. Her belyser vi mulige konsekvenser av klimaendring og driftsendringer for stølslandskapet i Valdres. Valdres har fortsatt et levende stølslandskap med mange støler i drift, selv om antallet er blitt sterkt redusert under 1900-tallet. Arbeidet er en sammenfatning av en rapport som ble utarbeidet på oppdrag av Direktoratet for naturforvaltning (Höglind & Norderhaug 2008). Selv om Valdres er brukt som eksempel, er informasjonen relevant også for andre områder med stølslandskap i Norge.

## Beite- og slåttermarker i Valdres stølslandskap

Stølene i Valdres ligger mellom ca. 800 og 1100 m.o.h. i nordboreal og lavalpin sone. Stølsdriften går langt tilbake i tid og flere av stølene har hatt kontinuerlig stølsdrift i meget lang tid. Antall støler i drift har blitt redusert under 1900-tallet og beitepresset er ikke lenger så intensivt som for 50-100 år siden. Stølslandskapet i Valdres er derfor preget av gjengroing. Til tross for gjengroingen har flere av stølene fortsatt artsrike, semi-naturlige beite- og slåttermarker med delvis andre arter enn i omgivelsene og med flere arter per m<sup>2</sup>. Vegetasjonssammensetningen veksler med driftsform, fuktighet, base- og næringsinnhold. Det er særlig beite- og slåttermarker på baserik grunn som har stort artsmangfold. Lunnan *et al.* (1999) har beskrevet typiske vegetasjonstyper i Valdres stølslandskap.

## Hvordan vil klimaet utvikle seg i Valdres?

Vi har tatt utgangspunkt i nedskalerte scenarioer for daglig temperatur og nedbør (Engen-Skaugen 2004). Vi har valgt Løken (525 m o h) som representant for dalstrøk, og Skåbu-Storslåen (890 m o h) som representant for seterområdene. Selv om sist nevnte klimastasjon ligger utenfor Valdres kan den representere seterområder på tilsvarende høyde i Valdres, selv om det kan være noe mindre nedbør i Skåbu. Årsmiddeltemperaturen vil øke med ca 3,5 °C fra kontrollperioden 1961-1990 til scenarieperioden 2070-2100, i følge et typisk scenario (HA2). Årlig nedbør vil øke fra 545 til 630 mm på Løken og fra 540 til 590 mm på Skåbu. Det vil komme noe mindre nedbør om sommeren og mer under resten av året.

## Klimaeffekter på dyrka eng og korn

Den mest dramatiske effekten av klimaendringen er at vekstsesongen vil bli vesentlig lenger enn i dag, med høyere temperatursum. Vi har beregnet konsekvensene for en fulldyrka eng både på gårds- og sæternivå ved hjelp av grasmodellen LINGRA. Beregningene, som inkluderer effekter av endret klima på overvintring, viser at en vil kunne øke antallet slåttar til tre begge stedene. Totalt kan dette gi 30-40% økning i årlig avling på jorder med tilfredsstillende vannmagasinering til å tåle perioder med sommertørke.

I Valdres vil det sannsynligvis bli høyst aktuelt å dyrke opp mange av de semi-naturlige slåtte- og beitemarkene hvis klimaforandringene fører til økt produksjon og mulighet for tre slåtter selv i seterområdene der man nå bare kan høste en gang. Klimaendringen vil også føre til at dyrkingsgrensen for korn flytter oppover i landskapet, noe som i sin tur kan føre til

ønske om å utnytte de semi-naturlige grasmarkene mer rasjonalt.

### Klimaeffekter på semi-naturlig vegetasjon

Vi har foreløpig liten kunnskap om effekten av forventede klimaforandringer på semi-naturlige vegetasjonstyper. Det er derfor et stort behov for undersøkelser som kan øke vår forståelse av de prosesser og forhold som er avgjørende for klimaeffekter på slike økosystemer. Her oppsummerer vi mulige utviklings- trekk og eksisterende kunnskap.

Produksjonen i semi-naturlig beite- og slåttemark vil kanskje øke på tilsvarende måte som i dyrka eng, selv om produksjonen i semi-naturlig eng gjennomgående er lavere enn i dyrka eng. Eng som blir gjødsla kan respondere direkte med endret produksjonspotensial som følge av fysisk klimaendring, mens den semi-naturlige marka som er ugjødsla og oftest næringsfattig, først og fremst responderer på endringer i næringsforsyningen som følge av klimaforandringene. Klimaforandringene medfører at omsetningsforholdene i jorda forandres. Dette påvirker i sin tur plantetilgjengelige næringsstoffer, noe som kan få stor betydning i semi-naturlig eng som i utgangspunktet har lavt nitrogen- og fosforinnhold. Økt nitrogentilgang kan føre til økt produksjon, men samtidig også til redusert artsmangfold. Tilgangen på fosfor er en minimumsfaktor som kan bremse produksjonsøkningen.

En semi-naturlig eng i tradisjonell drift som ikke er påvirket av raske klimaforandringer er relativt stabil (Norderhaug *et al.* 1997). Ved klimaforandringer som fører til gjennomsnittlig mindre nedbør om sommeren og til større variasjoner i temperatur og nedbør (ekstremvær) vil variasjonene i vegetasjonssammensetning fra år til år antagelig forsterkes og stabiliteten kanskje svekkes. De enkelte planteartenes temperatur- og frosttoleranse, utnyttelse av lengre og varmere vekstsesong samt konkurranseevne ved nye vekstbetingelser vil også påvirke konkurranseforholdene mellom artene. Jordens vannmagasinering varierer fra den ene grasmarken til den andre. Dette kan føre til at veksten i noen av grasmarkene vil bli begrenset på grunn av vannmangel når sommeren blir tørrere, og at en del arter kan bli svekket og stedvis slått ut. Negativ effekt av tørke kan forsterkes av beite (Lennartsson 2000).

De semi-naturlige grasmarkene i stølslandskapet i Valdres finnes i nordboreal og lavalpin sone. Klima-

forandringer med lenger vekstsesong vil sannsynligvis føre til at disse sonene forskyves oppover. I Framstad *et al.* (2006) pekes det på at det er betydelig tregthet i fjellvegetasjonens svar på endringer i vekstforholdene og man konkluderer at en økning i sommer- og vintertemperaturer med 2 til 4 °C, trolig ikke vil få noen dramatisk effekt på plantesamfunnene. Scenariene for Løken og Skåbu tyder imidlertid på at i hvert fall vintertemperaturen kan stige mer og dermed gi sterkere effekt på plantesamfunnene. Populasjoner i utkanten av sitt utbredelsesområde (som planteartene i de alpine sonene) er generelt mer følsomme for forstyrrelser. Samtidig utgjør de en "pool" som raskt kan ekspandere hvis det skjer positive miljøforandringer (Gustafsson 2006).

I Norge har mengden trær økt i sonen mellom skoggrensen og tregrensen de siste 50 årene. Dette er først og fremst en effekt av opphør av seterdrift. I den subalpine fjellbjørkeskogen skjer tilsvarende gjengroing (Bryn 2006). Foreløpig er tegnene på en klimatisk forårsaket heving av tregrensen ikke spesielt sterke (Dalen 2004, Framstad *et al.* 2006). Studier i Nord-Sverige indikerer imidlertid sterkere etablering av fjellbjørk i mellomalpin sone (Sundquist *et al.* 2008). Resultatet av studien understreker at klimaforandringene fører til en oppsplitting av plantesamfunnene og ikke en forflytting av hele plantesamfunn. Flere boreale arter forflyttet seg ikke oppover.

Forvaltning av semi-naturlige slåtte- og beitemarker Stølslandskapet trues i dag av gjengroing på grunn av mindre eller opphør av stølsdrift. Denne trusselen vil sannsynligvis forsterkes av klimaforandringene. Tap av stølslandskap betyr tap av viktige ressurser som gen- og beitesressurser. Det burde derfor settes inn tiltak for å opprettholde seterdriften i større utvalgte seterområder, samt spesielle skjøtselstiltak der det er nødvendig for å opprettholde særlig verdifulle biotoper. Tiltakene må baseres på tradisjonelle driftsformer, men justeres hvis det blir nødvendig på grunn av klimaendringene. Mer kunnskap trengs om klimaendringenes effekter på disse økosystemene.

### Referanser

Höglind, M. & Norderhaug A. 2008. Klima og effekter på økosystemer og biologisk mangfold - scenario stølslandskapet Valdres. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2008-10. 34 pp. <http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=500038369> Det vises til denne rapporten for de andre referansene.



# Arvesølvprosjektet - en pådriver for å ivareta kulturavhengig biomangfold

Det er viktig å kjenne til og ta vare på mangfoldet av naturtyper og arter i gammel kulturmark. Dette er målet for prosjektet "Arvesølv" som nå pågår i fem av landets fylker. Arvesølv-prosjektet er en aktiv pådriver for å få i gang konkret og målbevisst skjøtsel i verdifulle kulturlandskap slik at biologiske verdier blir ivaretatt.

Ellen Svalheim

Bioforsk Øst, Landvik og Bioforsk Midt Norge, Kvithamar  
Ellen.Svalheim@bioforsk.no

Store deler av vegetasjonen og naturgrunnlaget som omgir oss, er formet og utnyttet av mennesker gjennom tusener av år. Dette har gitt naturtyper og arter avhengig av skjøtsel, og lokale genotyper er tilpasset det miljøet de vokser i. Siden økosystemene og artene på stedet der vi bor har vært avgjørende for utviklingen av det lokale landbruket gjennom tidene, er det viktig å ivareta denne genetiske variasjonen med mangfold av arter og naturtyper også inn i framtida. Arvesølvprosjektet setter fokus på aktiv og målbevisst skjøtsel av biomangfoldet i de mest verdifulle områdene som er kartlagt i kulturlandskapet. Dette er områder som er registrert gjennom nasjonale kartleggingsrunder, og som er gitt verdien A- "Svært viktige" eller B- "Viktige" områder. Lokalitetene er å finne på Direktoratet for Naturforvaltning (DN) sin Naturbase: <http://dnweb12.dirnat.no/nbinsyn/>

## Verdifulle kulturavhengig biomangfold i aktiv forvaltning

Prosjektet startet opp i Agderfylkene i 2006 og ble i 2009 utvidet med tre nye fylker (Hordaland, Rogaland og Telemark). *Arvesølvprosjektet gjennomføres med støtte hovedsakelig fra Norsk genressursenter og Fylkesmennene i de respektive fylkene.*

Målet til prosjektet er å øke andelen A- og B- lokaliteter som forvaltes aktivt ved bruk av tilgjengelige tilskuddsmidler gjennom Regionalt miljøprogram (RMP), Spesielle miljøtilskudd i landbruket (SMIL) og midler fra miljøforvaltningen.

Målgruppen er grunneiere, kommunal landbruks- og miljøforvaltning samt også landbrukets egen veiledningstjeneste. I samråd med grunneiere og brukere, får de utvalgte områdene utarbeidet skjøtelsesplaner.

Videre forsøker en å følge opp hver lokalitet spesielt med tanke på aktuelle støtteordninger. Prosjektet vektlegger å holde nær og kontinuerlig kontakt mot grunneiere og forvaltning. Utviklingen innen lokaliteten mht vegetasjonssammensetning følges også opp i flere av områdene. Ved utgangen av 2009 arbeider prosjektet innenfor i overkant av 20 ulike områder i 5 forskjellige fylker. I Arvesølvfylkene har en parallelt i 2009 startet opp arbeid med oppfølging av Nasjonal handlingsplan for slåttemark (jfr DN rapport 2009-6).

## Vektlegger nytteaspekt

Prosjektet vektlegger nytten og behovet ved å ivareta det biologiske mangfoldet i kulturlandskapet. Prosjektet erfarer at begrepet "biologisk mangfold" lettere oppfattes konkret og verdifullt blant grunneiere og forvaltning når det knyttes mot nytteaspektet med å ivareta de kulturavhengige økosystemene med biologisk- og genetisk mangfold og variasjon for framtidig utvikling innen landbruket. Til eksempel er mye av det som produseres innen landbruket i dag avhengig av pollinering. Artsrike enger og beiter er gode leveområder for en rekke pollinerende insekter. For sikre denne økosystemtjenesten er det derfor viktig å vedlikeholde artsrike enger og beiter. I gamle kulturmarker kan det også finnes framtidige nyttevekster og genetisk materiale til planteforedling/ sortsutvikling, matproduksjon, medisiner og industriråstoff.

Kort oppsummert vektlegger Arvesølvprosjektet:

- Skjøtelsesplanarbeid. Det å igangsette tiltak uten basis i faglig baserte skjøtelsesplaner vil i verste fall kunne skade stedegent biologisk og genetisk mangfold. Derfor må en ha som mål at A- Svært viktige og B- Viktige lokaliteter i kulturlandskapet må få utarbeidet skjøtelsesplaner. Arvesølv har fokus



Figur 1. Strandtorn, *Eryngium maritimum*, er stiv og stikkete og blir stående igjen på beite når dyra beiter. Økt gjødsling har skapt en tett grasmatte som frøplantene til strandtorn ikke klarer å trenge igjennom. Dette har medført en dramatisk tilbakegang av arten de siste årene. Grunneiere på Haugestranda går med på å slutte å gjødsle, mot at de får kompensasjon for avlingstapet. Foto: Bjørn Vikøyr.

på å skape gode maler for ulike kulturavhengige naturtyper.

- Bistå med starthjelp og oppfølging: Arvesølv har videre erfart at det svært ofte trengs starthjelp og oppfølging mot virkemiddelsystem og forvaltning for å få satt i gang konkrete tiltak i områder som har fått utarbeidet skjøtselsplan.
- *In situ* lokaliteter: Arvesølv ser det som viktig at verdifulle lokaliteter som a) har fått utarbeidet skjøtselsplan, og hvor b) skjøtselen følger skjøtselsplanen, c) og man har en form for oppfølging av skjøtselen og de biologiske verdiene og d) gjerne får tildelt midler til skjøtsel får en egen betegnelse. Arvesølv har valgt å kalle disse lokalitetene for *in-situ* lokaliteter for bevaring av biologisk og genetisk mangfold. Dette for å skille disse lokalitetene fra de andre verdifulle lokalitetene som foreløpig ikke har fått samme oppfølging.
- Lokal- og regional kompetansebygging for skjøtsel i verdifulle biomangfoldlokaliteter. Denne virksomheten rettes mot:
  - landbrukets egne (som grunneiere, brukere, forsøksring mm), og mot
  - grupper utenfor landbruket som museer, Forsvaret, historielag og skoler
  - lokal- og regional forvaltning

Kan opphør av gjødsling redde strandtornen på Lista? En av Arvesølvlokalitetene finnes på Haugestranda i Farsund kommune i Vest-Agder. Her vokser over 80 % av den nasjonale forekomsten av den rødlistede arten strandtorn. Også andre sjeldne arter er registrert her. Haugestranda har blitt kontinuerlig beitet av storfe gjennom generasjoner, men bruken av kunstgjødsel på arealene har tiltatt sterk de siste årene. Dette ser til å være en medvirkende årsak til at bortimot en fjerdedel av bestanden av strandtorn er forsvunnet fra området i samme tidsrom. I 2007 fikk området utarbeidet skjøtselsplan som anbefaler opphør av gjødsling (Svalheim & Pedersen 2007). Samtidig arbeides det for at grunneierne kan få kompensert avlingstapet ved opphør av gjødsling med tilgjengelige tilskuddsmidler.

### Referanser

- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Handlingsplan for slåttemark. DN rapport 2009-6.
- Svalheim, E. 2007. Biomangfold i kulturlandskapet -Arvesølv på Agder. Rapport fra et forprosjekt. Bioforsk RAPPORT 3(47):29s.
- Svalheim, E. & Pedersen, O. 2007. Skjøtselsplan, Haugestrand, Farsund kommune, Vest-Agder. Bioforsk RAPPORT 2(113):50s.

# Handlingsplan for slåttemark

Semi-naturlig slåttemark er en av våre mest artsrike naturtyper med meget stor betydning for en rekke ulike organismer. Slåttemarkene var tidligere svært utbredt, men er i dag en av våre sterkeste truede naturtyper. Som et ledd i Norges arbeid med å stanse tap av biologisk mangfold er det derfor utarbeidet en handlingsplan for slåttemark.

Ann Norderhaug og Ellen Svalheim  
Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar  
ann.norderhaug@bioforsk.no

## Semi-naturlig slåttemark

Slåttemarka var i tidligere tider det bærende elementet i gårdens produksjon (Norderhaug 1988). Den ga vinterfôr og dermed gjødsel som gjorde det mulig å gjødsle og produsere mat på åkeren år etter år. Mesteparten av slåttemarka var semi-naturlig dvs. kanskje overflatelyddet, men ikke oppdyrka. Den fikk oftest greie seg uten gjødsling så innholdet av nitrogen og fosfor var lavt. Slåttemarka hadde derfor vanligvis lav produksjon, men til gjengjeld høyt artsmangfold. Man slo både i inn- og utmark, men de største slåttearealene fantes i utmarka. Slåttemarka kan være åpen eller tresatt og artsinnholdet i slåttemarksvegetasjonen viser stor variasjon beroende på forskjeller i klimatiske og økologiske faktorer. Utviklingen i jordbruket, og ikke minst introduksjonen av kunstgjødsel, på slutten av 1800-tallet, gjorde det mulig å intensivere fôrproduksjonen og konsentrere den til dyrka innmark. Behovet for den gamle slåttemarka minket, men flere steder i landet var semi-naturlige slåttemarker likevel vanlige helt fram til 1950-tallet. I dag er de semi-naturlige slåttemarkene i stor grad enten gjengrodd eller trivialisert av intensivering/oppgjødsling og det er stort sett bare fragmenter og rester igjen av den tidligere så utbredte naturtypen. Denne utviklingen truer mange arter, ikke bare planter, men også andre organismer som insekter og sopp.

## Handlingsplan

Norge har forpliktet seg internasjonalt til å stanse tapet av biologisk mangfold innen 2010 og i Stortingsmelding Nr. 21 (2004-2005) om "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" slås det fast at en av regjeringens hovedprioriteringer er å iverksette tiltak med sikte på å stanse tap av biologisk mangfold. Som et ledd i dette arbeidet er det i 2009 utarbeidet en handlingsplan for slåttemark som presenterer mål

og tiltak for bevaring av denne naturtypen (Direktoratet for naturforvaltning 2009). Hovedmålet med handlingsplanen er å sikre de biologiske verdiene som er knyttet til de mest verdifulle slåttemarkslokalitetene (A- og B-lokaliteter) som er registrert i Norge (jf. [www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)) og å få i gang aktiv skjøtsel av disse slåttemarkene innen 2015.

Naturmangfoldloven som Stortinget vedtok 19. juni 2009 (Ot.prp.nr. 52 2008-2009) har egne bestemmelser om at det skal fastsettes forskrifter om prioriterte arter og naturtyper. Det er derfor mulig at handlingsplanen blir fulgt opp i 2010 av forskrifter for bevaring av slåttemark som en utvalgt naturtype.

## Status

Som grunnlag for handlingsplanen ble det gjort en sammenstilling av status for slåttemarkene bl.a. basert på informasjon fra Naturbase og en vurdering av behovet for tiltak (Norderhaug & Svalheim 2009). 31.12.08 var det registrert 1275 slåttemarkslokaliteter i Naturbase ([www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)): 241 lokaliteter av nasjonal verdi (A-lokaliteter), 612 av regional verdi (B-lokaliteter) og 422 av lokal verdi (C-lokaliteter). (Det er siden lagt inn informasjon om ytterligere noen slåttemarker slik at det nå er 1376 slåttemarker som er registrert i Naturbase.) Det totale arealet slåttemark var 50 810 daa. Mange arealavgrensinger er imidlertid unøyaktige og det totale arealet er sannsynligvis bare mellom 5000 og 20 000 daa. Det er derfor behov for å gjøre en del arealavgrensinger på nytt. Det er også behov for supplering av slåttemarksregistreringen fordi det sannsynligvis fortsatt finnes verdifulle lokaliteter som ikke er registrert.

Gjenværende slåttemarker trues først og fremst av gjengroing, men også utbygging, intensivert drift og feil skjøtsel truer verdifulle lokaliteter. Bare ca. 26 % av slåttemarkene som var registrert i Naturbase

31.12.08 ble skjøttet på en tilfredsstillende måte. Evalueringer som er gjort av SMIL-tilskudd (Hatten & Norderhaug 2009) og RMP (Puschmann *et al.* 2008) viser også at disse tilskuddsordningene i liten grad går til slåttemark. I tillegg har Naturforvaltningen fram til nå hatt få økonomiske virkemidler til bruk utenfor verneområder.

### Gjennomføring av handlingsplanen

På denne bakgrunn er det lagt opp til en trinnvis gjennomføring av handlingsplanen for slåttemark som innebærer at de mest verdifulle slåttemarkslokalitetene blir overført i aktiv og "riktig" drift i en nærmere prioritert rekkefølge. I denne prosessen legges det vekt på samarbeid mellom landbruk og miljø, mellom ulike forvaltningsnivåer samt mellom grunneier og fagmiljø. Det skal inngås frivillige avtaler med grunneiere og tilskuddsordningene i jordbruket skal suppleres med tilskudd fra miljøvernmyndighetene. Skjøtselsplanene for de ulike områdene skal være realistiske og justeres i forhold til hva som er praktisk gjennomførbart. I 2009 er det satt i gang tiltak i fire pionerfylker: Aust-Agder, Rogaland, Hordaland og Telemark. Her er det etablert ressursgrupper og utarbeidet skjøtselsplaner for og gjennomført skjøtsel i eksempelområder. Erfaringene fra pionerfylkene har gitt et bedre grunnlag for beregning av satser for skjøtseltiltak og en felles mal for skjøtselplaner. I 2010 vil dette arbeidet videreføres i ytterligere 3-4

fylker. Det arbeides med å få til en sertifiseringsordning for lokaliteter som kommer i aktiv og "riktig" drift. Det praktiske arbeidet med oppfølging av handlingsplanen samkjøres med Arvesølvprosjektet (Svalheim 2010).

Oppfølgingen av handlingsplanen innebærer bl.a. også supplerende registrering, utvikling av overvåking og formidling av kunnskap. Det skal etableres en nasjonal ressursgruppe som skal følge opp arbeidet og sikre en god gjennomføring av handlingsplanen.

### Referanser

- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Handlingsplan for slåttemark.
- Hatten, L. & Norderhaug, A. 2009. Evaluering av "Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)" - ivaretagelse av spesielt verdifulle kulturlandskapsområder. Bioforsk Rapport 4(5).
- Norderhaug, A. 1988. Urterike slåtteeenger i Norge, rapport fra forprosjektet. Økoforsk utredning 1988:3
- Norderhaug, A. & Svalheim, E. 2009. Faglig grunnlag for handlingsplan for trua naturtype: Slåttemark i Norge. Bioforsk Rapport 4(57).
- Puschmann, O., Reid, S.J. & Lågbu, R. 2008. Evaluering av RMP-2006, Kulturlandskapstiltak. Oppdragsrapport fra Skog og Landskap 02/2008
- Svalheim, E. 2010. Arvesølvprosjektet - en pådriver for å ivareta kulturavhengig biomangfold. Bioforsk FOKUS 5(2):80-81.

# Fremmede arter, trusler, bekjempelsesstrategier og tiltak

Fremmede skadelige arter regnes både i Norge og internasjonalt som en av de store truslene mot biologisk mangfold. Et tett samarbeid på tvers av sektorer, samt økt kunnskap om utbredelse, risiko, og bekjempelse er nødvendig for å kunne sette inn effektive tiltak.

Esten Ødegaard  
Direktoratet for naturforvaltning  
esten.odegaard@dirnat.no

September 2008 oppdaget en botaniker en større forekomst av boersvineblom (*Senecio inaequidens*) på industriområdet Lundevågen i Farsund i Vest-Agder. Flere dekar var dekket med ca 50 cm høye planter i full blomst, og det ble også oppdaget en satellittforekomst på et gårdsbruk som hadde benyttet fyllmasse fra Lundevågen. Boersvineblom stammer fra Sør-Afrika og har spredd seg til Europa ved import av saueull. Planten er giftig for dyr og mennesker, og selv om beitedyr normalt vil unngå den er det meldt om at storfe har dødd etter å ha spist planten. Boersvineblom etablerer seg gjerne i fyllinger, veikanter og andre forstyrrede områder, men den har også etablert seg i naturlige sanddyner og bergvegger i strandsonen i Frankrike. Miljømyndighetene er derfor særlig bekymret for at planten skal spre seg til Listastrendene, mens bønder og landbruksmyndigheter også frykter at den skal etablere seg i beiteområder.

Representanter for Farsund kommune, Mattilsynet, Bredero Price Norway (som disponerte industriområdet), Forsøksringen Agder, Statens naturoppsyn og Fylkesmannen avtalte en felles plan for å bekjempe boersvineblom på møte i Farsund kort tid etter at forekomsten ble oppdaget, og i løpet av høsten ble nærmere seks tonn luket bort og destruert. Etter råd fra Bioforsk Plantehelse ble lukingen fulgt opp med sprøyting med plantevernmidler våren 2009. Utgiftene ble dekket av miljømyndighetene, som også har bevilget midler til utvikling av en handlingsplan mot spredning av boersvineblom. Det er foreløpig usikkert om man har lyktes i å forhindre ytterligere spredning fra forekomstene i Farsund.

Boersvineblom er bare et av mange eksempler på

fremmede skadelige arter som utgjør en trussel mot biologisk mangfold og næringsliv. For å få en mer koordinert innsats mot slike arter, undertegnet ti departementer i 2007 en "Tverrsektoriell nasjonal strategi og tiltak mot fremmede skadelige arter". Bedre samarbeid på tvers av sektorer, og mellom myndigheter og næringsliv og frivillige organisasjoner, er et av de viktigste virkemidlene i strategien. Innsatsen mot boersvineblom på Lista viser at samarbeidet i mange tilfeller fungerer godt, men for at vi i 2010 og framover skal lykkes med å nå målene med den tverrsektorielle strategien, må samarbeidet om innsatsen mot boersvineblom og andre skadelige fremmede arter styrkes ytterligere.

Erfaringene fra Lista peker også på behovet for økt kunnskap om risiko, utbredelse og bekjempelsesmetodikk. Risikovurderinger av fremmede arter utføres av Artsdatabanken og Vitenskapskomiteen for mattrygghet. Det er imidlertid i mange tilfeller mangel på kunnskap om artene som skal vurderes, noe som medførte at 83 av de 217 artene som ble vurdert i Norsk Svarteliste 2007 havnet i kategorien ukjent økologisk risiko.

Det er også behov for bedre kjennskap til utbredelsen av fremmede arter i Norge. I tillegg til den kartleggingen som foretas i regi av de enkelte sektorene, er kartlegging og overvåking av fremmede skadelige arter derfor nå også et satsingsområde under Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold.

Bekjempelse av fremmede arter er i mange tilfeller vanskelig pga av mangel på effektiv metodikk. Dette

er derfor et satsingsområde for miljømyndighetene, og vi benytter til dels store ressurser på å utvikle metodikk mot arter som rynkerose (*Rosa rugosa*), amerikansk mink (*Mustela vison*) og lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*.

2007 var et merkeår i kampen mot fremmede skadelige arter, med ferdigstilling av både den tverrsektori-

elle strategien og første versjon av Norsk svarteliste. Naturmangfoldåret 2010 ligger an til å bli like viktig, ettersom Kapittel IV i naturmangfoldloven, som bla regulerer innførsel og utsetting av fremmede organismer, trår i kraft og vil få stor innflytelse på forvaltningen av fremmede organismer i årene som kommer.

# Hva kjennetegner den innovative bygda?

Det er stor forskjell mellom bygdene når det gjelder kreativitet og engasjement for nye løsninger. I noen bygder blir endringer og motgang sett på som en utfordring og en plattform for utfoldelse av kreativitet og samfunnsengasjement. Hva skal til for å skape slike miljø, hvem er ildsjelene bak, og hva slags faktorer stimulerer til nyskaping i bygdene?

Odd Jarl Borch

Handelshøgskolen i Bodø og Nordlandsforskning  
Odd.Jarl.Borch@hibo.no

Det er ikke lett å klarlegge alle faktorer som bidrar til levedyktige og framtidsretta bygdemiljø. Mange bygdesamfunn opplever nedgang og uttynning, og usikre framtidsutsikter innenfor tradisjonelle bygdenæringer har ført til pessimisme og motløshet i mange bygder. I noen bygder ser vi imidlertid at endringer sees som en plattform for utfoldelse av kreativitet og utnyttelse av nye muligheter. For de som er engasjert i bygdesamfunnenes ve og vel blir det store spørsmålet om en kan finne noen suksessfaktorer som forklarer disse forskjellene. Hva skal til for å skape levedyktige og framtidsretta bygdemiljø? Hvilke faktorer stimulerer og hindrer nyskaping i bygdene?

I en bok som kommer ut på Fagbokforlaget til våren blir disse spørsmålene tatt opp til diskusjon. Boka "Innovative bygdemiljø. Ildsjeler og nyskappingsarbeid" tar for seg hvilke faktorer som bidrar til nyskaping på bygdene, hva som kjennetegner ildsjelene bak og hvordan en kan mobilisere til konstruktivt samarbeid i bygdesamfunnet. I boka diskuteres suksessfaktorer og kritiske betingelser for samfunnsentreprenørskap knyttet til kulturliv, næringsliv, frivillig og offentlig sektor. Gjennom studie av konkrete nyskappingsprosesser - som spenner fra etablering av jazzfestival til fisketurisme og FoU-nettverk i landbruket, belyses samspillet mellom økonomiske, sosiale og kulturelle forhold. Denne boka er et resultat av forskningsprosjektet "Innovative bygder - Kollektivt entreprenørskap i bygdemiljø", også et resultat av kreativ mobilisering av forskningsmiljøer og ulike brukerinteresser organisert gjennom Nordnorsk landbruksråd.

Erfaringen fra våre studier viser at debatten om innovative bygdemiljø må skje på samfunnsnivå, den må være knyttet opp til den enkelte økonomiske aktør,

og ikke minst må den knyttes til personer. Mer oppmerksomhet bør rettes mot de personer som fungerer som ildsjeler og den drivende kraft bak kollektive nyskappingsprosjekter. Vi kaller denne personen for samfunnsentreprenøren. En samfunnsentreprenør er en person som driver fram nye aktiviteter, tjenester eller organisasjoner med det siktemål å skape et kollektivt gode i et gitt samfunn. For en slik aktør vil økonomisk gevinst ikke være hovedmålet, men eventuelt et virkemiddel for styrke den kollektive velferd.

I denne type personer ligger mye av bygdens kreative potensial. Samfunnsentreprenøren er sentral i sosiale nettverk der han eller hun oppfatter muligheter og evner å aktivere dette nettverket. Av andre egenskaper er bidrag med stor egeninnsats, evner å skape entusiasme og følelse av fellesskap, og evne til å lede. I teorier om entreprenørskap fokuseres det på aktører som gjennom kreative koblinger av ressurser skaper ny aktivitet og dermed utfordrer det bestående. Vi finner dem også i det offentlige rom som politikere og offentlige ansatte som bidrar til at gamle og nye ressurser kombineres i utviklingen av radikalt nye tiltak, ofte med stor motstand fra etablerte interesser.

Vi vet ikke hvor mange nordmenn som er samfunnsentreprenører. I forbindelse med våre studier har vi samlet inn data om antall personer som er involvert i etablering av frivillige organisasjoner. Det dreide seg om rundt 5 % av den voksne befolkningen, mens rundt 15 % er engasjert i ledelsen av slike organisasjoner. Vi har imidlertid samfunnsentreprenører som ikke er del av en organisasjon, og vi har samfunnsentreprenører som fungerer innenfor rammen av en annen type organisasjoner, som bedrifter, offentlige etater og en etablert frivillig organisasjon.

Samfunnsentreprenørskap vil ofte være knyttet til enkeltpersoner, men det sosiale samfunn rundt har stor betydning for hvilken kraft de får anledning til å utvikle. Nettverk både i og utenfor lokalsamfunnet betyr mye for å kunne skaffe ressurser som kunnskap, impulser, personer og kapital til lokalsamfunnet. Ved å bringe sammen offentlige og private ressurser og aktører til kollektivt entreprenørskap skapes nye sosiale, økonomiske eller kulturelle verdier i lokalmiljøet. I så måte er det også behov for et nærmere fokus på hva slags støttespillere som kreves for at et bygdetiltak skal lykkes. Evne til å få mobilisert ressurspersoner og få mange forskjellige aktører med ulike interesser til å spille på lag, gjerne år etter år, er også en nøkkelfaktor i et vellykket bygdeutviklingsprosjekt.

Et av de områder som representerer en stor mobiliseringskraft og en nyskappingsdimensjon i bygda er innen kultursektoren. Her har det de siste årene skjedd en enorm utvikling i norske bygdesamfunn. Denne type prosjekter gir ofte raske resultater og dermed tro på egne ressurser, og det har ofte stor synlighet utad.

Dette gir muligheter for å markedsføre bygda utad. Den store kollektive gevinsten gjør også at mange ser nytten av og føler gleden ved å bidra.

Det er her viktig å være klar over betydningen av den kulturelle konteksten for nyskaping i bygdesamfunn. Bygdene er ofte preget av tette sosiale bånd. Nyskappingsarbeidet vil være konstant involvert i relasjoner til folk og til etablerte handlinger. Det innebærer at de innovative aktørene må handle i relasjon til etablerte sosiale, økonomiske og politiske prosesser. Aktivitetene for de store innovasjonsprosjekter skjer i skjæringspunktet mellom frivillig sektor, et økonomisk marked og det offentlige. Tilgang til ressurser avhenger i stor grad av bygdas evne til å handle på flere av disse arenaene og skape aksept for nyskappingsprosjekter, ikke minst hos sentrale opinionsdannere i bygda. Her vil det være mange små og store aktører som bør bidra, ikke nødvendigvis med handling, men med positive tanker og moralsk støtte. En klapp på skuldra og en positiv tanke er det beste botemiddel mot bygdedyret.



# Ungdom og mat - verdiskaping basert på ungdommens verdier

På same måte som bonden skal få ting til å spire og gro, er det også oppgåva til Farmhouse - Norwegian Creative Center. Gjødsele er derimot bytt ut med kreativitet og jordsmonnet med krevjande designoppgåver!

Gro Caroline Flølo  
Farmhouse AS  
gro@farmhouse.no

Farmhouse sitt bidrag ved konferansen blir å kome med innspel på metodar ein kan bruke for å gjere landbruk meir interessant for ungdom, korleis designstrategiar kan vere med på å fremme status og finne løysingar på problemstillingar i forbindelse med rekruttering og imagebygging. Ein av Farmhouse sine

hovedaktivitetar er å vere eit kreativt forum som tar på seg designoppgåver for nye og etablerte bedrifter. Farmhouse er også ein samarbeidspart på bruk av designstrategiar inn i kommunale- / fylkeskommunale og statlige oppgåver her vi blant anna har jobba på oppgåver for Landbruks- og matdepartementet.



Figur 1. Farmhouse vart brukt som konsulent for å skape blest rundt ein Kick-off for Landsbruks-og matdepartementet sitt satsingsprogram: Mat med mer mening (MMMM). Farmhouse engasjerte ungdom til å delta på Kick-offet og bidra i debatten: "Har norsk matproduksjon livets rett?"



# Egenprodusert flis til husdyr - fra mulighet til virkelighet

Når interesserte og innovative næringsutøvere, forvaltning og FoU jobber sammen, er det mulig å få fram anvendbar kunnskap på en enkel måte. Flisprosjektene som er gjennomført i Troms har gjort det mulig å forbedre driftsmåter i husdyrholdet ved hjelp av lokale ressurser.

Odd Arild Finnes  
Bioforsk Nord, Holt  
odd-arild.finnes@bioforsk.no

## Utgangspunkt

Prisen på innkjøpt strø har økt betydelig de senere år. Tillitsvalgte bønder i Gilde NNS (nå Nortura) tok i 2005 initiativ til et prosjekt for å søke etter alternative og billigere løsninger på strøproblematikken. Bioforsk Nord Holt påtok seg prosjektlederansvaret. Det mest nærliggende alternativet for å skaffe strø var å produsere flis av lokalt trevirke. I Nord-Norge er det mye lauvtreskog som kan brukes til flisproduksjon, men ingen hadde erfaring med produksjon og bruk av denne type flis. Ved oppstart var det derfor utallige ubesvarte spørsmål.

I prosjektutviklingsfasen blei det også tatt opp flere måter å bruke flis til husdyr på, i tillegg til strø. Opptråkka og tilgriset areal er et problem på uteareal med stor dyretetthet, for eksempel driftsveier og kveer ved driftsbygningen. På en studietur til Skottland blei vi kjent med at man der brukte stor treflis for å plastre slike areal med godt resultat. Et anna aktuelt anvendelsesområde var å bruke lokalprodusert flis som talle materiale. Talle er brukt en del i områder hvor man har tilgang på billig talle materiale, først og fremst halm. Dersom lokalprodusert flis egnet seg til talle ville det åpne for at man også kunne bruke denne type underlag for husdyr i Nord-Norge.

## Framgangsmåte

Da vi ikke hadde litteratur eller praktiske erfaringer å bygge på, måtte vi starte med blake ark. Aktuelle konsepter måtte utprøves hos interesserte bønder. Vi valgte å gjøre utprøvinger av flis både som strø, talle og på uteareal. Et enkelt prosjekt blei utformet og finansiert med BU-tilskudd på 75 000 kr fra Fylkesmannen i Troms, egeninnsats og et mindre beløp

fra Nortura. Initiativtakerne var med i prosjektets styringsgruppe og bidrog hele veien.

Et tidlig problem var å få produsert flis av ønsket kvalitet. Eneste tilgjengelige flistype i Troms var produsert av Allskog til energiformål (ca 3 cm). For å få tilgang på større flis gikk 10 bønder sammen og dannet Midt-Troms Gårdsflis. Disse gikk til innkjøp av en langvedflishogger. For å kunne produsere finkutta flis til strø gjorde en av deltakerne avtale med Felleskjøpet og fikk låne en hogger med muligheter for finjustering.

## Gjennomføring

Første året blei det gjennomført 6 tester hos forskjellige gårdbrukere i Troms. Det er gjort rede for disse i egen rapport. Kort oppsummert viste erfaringene oss at det er mulig å produsere strøflis med traktormontert hogger. Denne flisa fungerer på en anna måte enn den tradisjonelle, men gir likevel tilfredsstillende resultat. Erfaringene med flis som talle materiale var mer variable. En talle for svin fungerte meget bra, mens testene med storfe og sau ikke ga like godt resultat. Det blei også gjennomført tester hvor stor flis blei brukt som plastringsmateriale i luftegårder for kyr og for hest. Resultatene av disse testene var entydig positive.

Prosjektet vakte stor interesse. Deltakerne var entusiastiske og ønsket å fortsette arbeidet. Vi fikk finansiert et nytt prosjekt på samme måte som det første. Vi kunne derfor gjennomføre flere tester. Disse bekreftet resultatet fra første prosjektet. I tillegg fikk vi positive resultat med talle til storfe og luftegård til kjøttfe.

## Forskningsprosjekt

De gjennomførte testene var enkle, og utgangspunktet var å avklare mulighetene. Vi ønsket også å få gjort vitenskapelige forsøk for å få fram dokumenterbar kunnskap om lokalprodusert flis. Et forskningsprosjekt er nå i gang med forsøk ved Bioforsk Nord Tjøtta og feltforsøk på Helgeland og Indre Troms. Prosjektet har fokus på dyrevelferd, men skal også finne ut om energi og næringsstoffer i husdyrtalle kan utnyttes bedre.

## Suksessfaktorer i prosessen

### 1. Engasjert næring

Innovative gårdbrukere som tar initiativ og som er aktivt med i gjennomføringa av prosjektet.

### 2. Dele informasjon

Erfaringer og lærdom som kommer gjennom prosjektarbeidet må spres så tidlig og effektivt som mulig. Det er viktig å få god informasjonsflyt på tvers mellom deltakerne.

### 3. Samhandling

I prosessen har det vært god samhandling mellom næringa, FoU, forvaltning og rådgiving.

## Oppsummering

Gjennom arbeidet, som har pågått i ca fire år, har vi skaffet oss kunnskap om lokalprodusert flis som underlag for husdyr. Mange spørsmål er fortsatt ubesvart, men kunnskapen har gjort det mulig for flere gårdbrukere å forbedre driftsmåte og dyrevelferd. Flis av lokalt trevirke brukes nå med suksess som strø og for å plastre uteareal. Den brukes også som talle i noen besetninger. Potensialet for å utvide bruken av flis som talle er fortsatt til stede, men metodene må videreutvikles.

Ved å utnytte mulighetene som ligger i lokalprodusert flis har gårdbrukere forbedret driftsmåten, dyrevelferd og økonomi. Det er gjort et pionerarbeid som åpner mulighetene for andre.

## Referanse

Finnes, O. A. 2006. Tørt underlag til nordnorske husdyr - bruk av lokalprodusert flis og torv. Bioforsk Rapport 1(154):17s.

# Akvatisk plantedyrking - ny næring for landbruket

Mens landbasert planteproduksjon når sine grenser, kan dyrking av alger innovere produksjonsgrunnlaget for gårdsbruk, og bli en viktig faktor i produksjon av mat, helsekost, bioenergi, fôr og gjødsel i både konvensjonell og økologisk landbruksproduksjon.

Åsbjørn Karlsen<sup>1</sup> og Christian Uhlig<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Nord, Bodø, <sup>2</sup>Bioforsk Nord, Holt

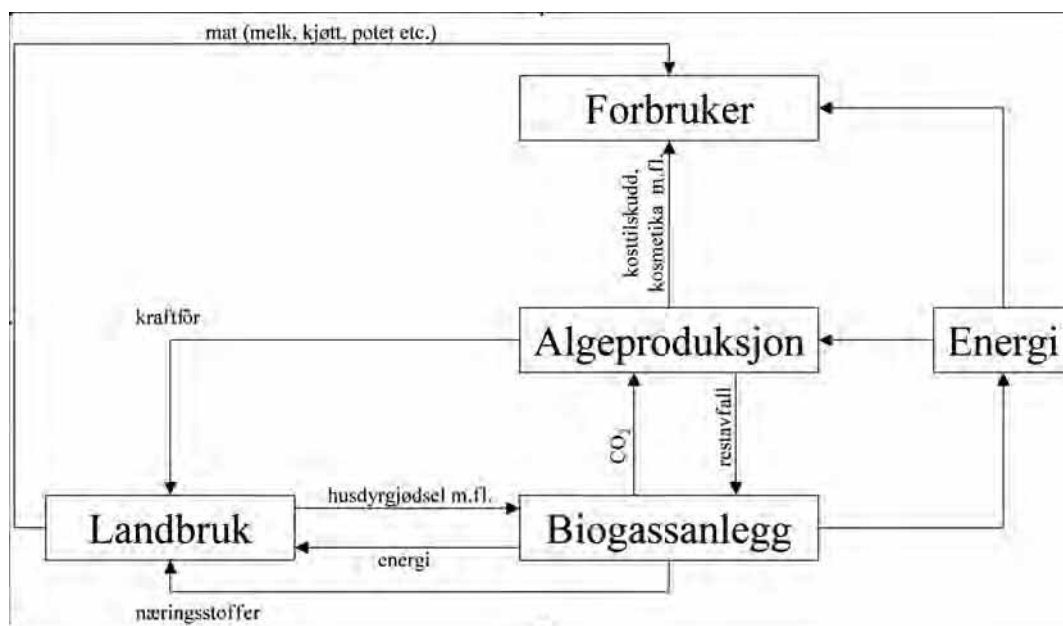
aasbjorn.karlsen@bioforsk.no

## Innledning

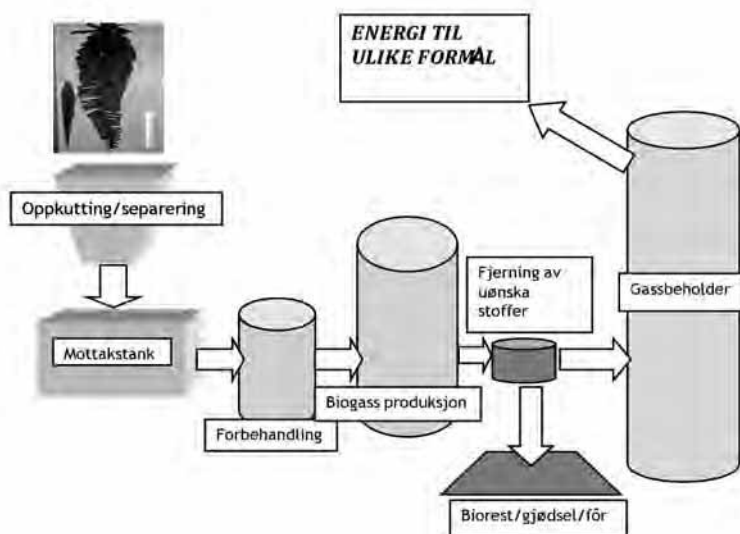
Akvatisk plantedyrking er produksjon av mikro og makroalger, og er en globalt raskt voksende næring, men er foreløpig fraværende i kommersiell skala i Norge, hvor høsting av naturlige forekomster er ene-rådende. Mikroalger dyrkes stort sett på land under kontrollerte forhold i en fotobioreaktor, mens makroalgene dyrkes i sjøen etter en landbasert produksjon av småplanter. Ulike arter kan ha forskjellige livs-sykluser som kommersiell dyrking må tilpasses. Alger er nå av de mest interessante plantene med tanke på å løse globale problem knyttet til matforsyning, energi, fôr og gjødselstoffer. Landbrukets ressurser kan komme til å spille en sentral rolle i utvikling av denne produksjonen til kommersiell bærekraftig næring.

## Mikroalger

Mikroalger, som også kalles fytoplankton eller planktonalger, utnyttes industrielt til flere produkter av forholdsvis høy markedsverdi som for eksempel kosttilskudd, kosmetika eller fiskefôr. Under våre klimatiske betingelser produseres mikroalger i såkalte fotobioreaktorer som er et veksthus innredet med gjennomslipptige rørgater. For å produsere mikroalger i veksthus trengs tilførsel spesielt av næringsstoffene nitrogen, fosfor og karbondioksid (CO<sub>2</sub>). Forskjellen fra annen planteproduksjon er at alger produseres i vann og ikke i jord og luft. Mikroalgens fotosyntese skjer med CO<sub>2</sub> som karbonkilde og for å oppnå høy algeproduksjon må CO<sub>2</sub> tilføres. Ved å kombinere produksjon av mikroalger med fermenteringsanlegg



Figur 1. Kombinasjon av ressurser gir innovasjon på gårdsnivå.



Figur 2. Prinsippsskisse for fermentering av makroalger.

knyttet til gjødselhandtering i husdyrproduksjon, kan en ny kombinasjon av produksjonslinjer etableres (figur 1). Fermenteringsanlegg for husdyrgjødsel produserer 20 m<sup>3</sup> biogass pr tonn gjødsel. Av dette er om lag 40 % CO<sub>2</sub> og 60 % metangass. Ved å utnytte metangassen til oppvarming og CO<sub>2</sub> som vekstfremmende innsatsfaktor i algeproduksjonen kan landbruket bli den eneste som både har plass til bygninger og egenprodusert energi og næringsstoff til en slik produksjon i Norge.

## Makroalger

Makroalger er best kjent som tang og tare, og deles inn i kategoriene grønn- rød og brunalger der de siste er dominerende. På verdensbasis produseres det om lag 15 millioner tonn makroalger i året. Det meste av produksjonen skjer i Asia/Kina, og brukes til menneskemat. I Norge er det nå en raskt økende interesse for dyrking av makroalger, hovedsakelig til bioenergi, fôr til husdyr og fisk, kosttilskudd samt til gjødsel og jordforbedringsmiddel innen landbruk. Dyrking av makroalger skjer i to faser. Først en laboratorie/veksthusbasert produksjon av småplanter som avles fram fra selekterte foreldreplanter (sporeplanter). Småplantene festes til et rep, strips eller nett, og settes ut i sjøen for tilvekst. I Norge grenser forholdsvis mange gårdsbruk mot sjøen og gir derfor generelle fordeler og muligheter for å etablere egne anlegg for produksjon av makroalger. Dette kan enten være

råvareproduksjon retta mot større mottak og prosess-industri, men den kan også være basert på eget foredlingsanlegg for metangass og gjødsel til eget gårdsbruk. Figur 2 viser prinsippet for fermentering av makroalger og uttak av gjødsel som biorest.

Vekstpotensialet for makroalger er 3 til 10 ganger så stort som for ei vanlig grasavling avhengig av art/økotype og næringsstilgang. Produksjon av makroalger på ett dekar gir ca 15 tonn råalger, som igjen gir ca 300 000 liter metangass og en betydelig biorest som går til gjødsel eller eget fôr etter at uønska stoffer (som svovel) er skilt fra. proteininnholdet, og dermed potensielt innhold av nitrogen, varierer sterkt mellom arter og også høstetidspunkt. Ut fra normale avlinger vil produksjon av makroalger på ett dekar sjøareal gi ca 150 kg N og 80 kg P. I tillegg er algene rik på mikronæringsstoffer som Na, K, Mg og Fe.

## Konklusjon

Norsk landbruk har gode forutsetninger for akvatisk planteproduksjon gjennom sin beliggenhet, arealer og mulige kombinasjoner for produksjon og utnytting. Dette vil kunne utvikles til å bli hovedaktør i sterkt voksende næringer knyttet til dyrking og utnytting av alger.

# Jaktturisme - hvilken kunnskap trenger vi?

Antallet hjortevilt i norske skoger og fjell har trolig aldri vært høyere enn nå. Blant grunneiere, organisasjonene, og ikke minst virkemiddelapparatet har det vært fokus på mulighetene for økt næringsmessig utnyttelse. Resultatene er sparsomme. Hva trengs for å realisere mer av potensialet?

Arve Aarhus  
Eventus as  
post@eventus.no

## Bakgrunn

Jaktturisme i Norge har omtrent like lang historie som laksefisketurismen. Utenlandske sportsmenn og kvinner kom til Norge for å jakte og fiske fra tidlig på 1800-tallet. Norge som jaktland var eksotisk og skal ha vært sidestilt med jaksafarier i Afrika utover på 1900-tallet. For noen produsenter var jaktturismen stor næringsaktivitet på den tiden. Jaktgjestene var utenlandske. Engelskmenn, men også tyske, danske, franske osv., ofte adelsstanden i Europa. Jaktturismen avtok og var tildels helt fraværende noen tiår etter andre verdenskrigen.

I nyere tid har flere reiselivsprodukter med basis i jaktoplevelser kommet til. Økt oppmerksomhet for utnytting av jaktressursene har bidratt til dette. Grunnlaget har naturligvis også vært at hjorteviltbestandene har økt voldsomt i størrelse de siste tiårene. Selve grunnressursen har økt. Målretting av forvaltninga har medført sterk bestandsvekst. Forvaltningsmåla de siste årene har gått mer på å opprettholde/kontrollere de tette bestandene som er bygd opp.

Grunneierne og deres organisasjoner har vært aktive og det har vært gjennomført ulike prosjekter med mål å skape økt næringsmessig utnyttelse av hjorteviltet som ressurs. Virkemiddelapparatet har delvis fulgt opp gjennom prioriteringer og satsingsområder der jaktturismen har inngått som del av det såkalte grønne reiselivet.

## Hva har resultatene blitt?

Vi har trolig flere jaktturismeprodukter i markedet enn noen gang. Når man i denne sammenheng snakker om jaktturismeprodukt tenker vi komplette reiselivsprodukter som er satt sammen av typisk overnattings-tilbud, jakttilbud og evt. også tilleggstenester som

guiding, servering etc. Dette til forskjell fra ordinær jaktterrengutleie, som er mer utbredt.

Norges Skogeierforbund og Norges Bondelag gjorde som del av et forprosjekt i 2008 en grov undersøkelse av foretak som er markedsført med jaktturismeprodukt. Undersøkelsen viser at tilbudene er spredt over hele landet, på flere jaktbare arter, både småvilt og storvilt og med stor forskjell i produktinnhold. Noen enklere produkter og noen med høy kvalitet, stor grad av serviceytelse. Totalt viste gjennomgangen ca 100 aktører pr januar 2008. Gjennomgangen var ikke fullstendig.

## Hvordan framstår aktørene i dag?

Samme undersøkelse gav også gjennom intervju med aktørene en beskrivelse av den typiske aktøren og næringa. Jaktturismenæringa er "ny" og framstår ikke som noen ensartet, sterk og samkjørt næring. Næringa totalt består av enkeltstående aktører. Ofte litt langt geografisk mellom dem også. Mange av aktørene driver annet reiseliv med basis i egen eiendom og har jakt som delprodukt, skuldersesong på hytteutleie eller lignende. Generelt kan man hevde at jaktdelen av produksjonen er liten, og at utviklingskostnad og markedsføringskostnaden derfor også må bli lav. Næringa er nisjeprega, ofte med basis i enkeltpersoners initiativ og derfor sårbar. Men vi har også aktører som driver jaktproduksjon som eneproduksjon i reiselivssammenheng, og naturligvis tenker annerledes.

Aktørene som driver jaktturisme, peker ofte på mangel på tilgang til ressurs som viktig årsak til manglende videre utvikling. Mangel på grunneiervilje til å la sin del av jaktressursen bli gjenstand for kommersiell utnyttning. Mange grunneiere ønsker heller å jakte selv.

Internasjonalt er jaktturisme stor næring. Man snakker om jaktturismeindustrien i Europa. Produksjon av jaktopplevelser som eget fag, egen utdanning, egen industri. Kulturer og tradisjoner er forskjellige, og i europeisk sammenheng skiller Norge seg ut. Uten at det i seg selv hverken er negativt eller positivt, men det har noen konsekvenser for oss som jaktturismedestinasjon som vi må være klare over.

I markedsføringa står jaktreiseoperatørene sentralt. Slike finns på både nasjonalt og internasjonalt nivå. Nasjonalt kan Din Tur AS nevnes. De har flere norske jaktprodukter i sin portefølje. Internasjonalt er det ikke slik. Diana Jaktreiser, en av de større i Europa, har ikke lengre norske produkter inne. De hevder at Norge som jaktland er vanskelig, at kultur og tradisjon og organisering av jakta er så forskjellig fra resten at det de ikke prioriterer det å aktivt jobbe inn norske produkter. Dessuten er det dyrt. Men de sier samtidig at Norge er interessant fordi vi har viltarter som ikke finnes så mange andre steder som villrein, elg og bever, og fordi vi er et attraktivt reisemål, trygt samfunn, vennlige folk, fin natur osv.

Jaktreiseoperatørene hevder at etterspørselen etter jaktreiser er stor og økende. Norske operatører med produkter i utlandet sier at norske kunder etterspør stadig mer. Årlige omsetningsøkninger på 40-50 % blir nevnt av jaktreisebyråene selv. Kundene etterspør kvalitet og profesjonalitet i utførelsen.

### Hva trengs framover?

Samla sett betyr det at vi har et grunnlag i Norge hva gjelder hjorteviltbestander å lage gode produkter i tilknytning til, og vi har etterspørsel etter jaktreiseprodukter. Særlig kanskje blant norske jegere, men også utenlandske jfr. Diana Jaktreiser sin beskrivelse. Og vi har pr i dag mange enkeltvise gode kvalitetsprodukter som blir solgt.

Laksefisketurismen er i dag trua av mangel på grunnressurs. For hjorteviltartene våre er vi ikke der, i hver fall ikke for hjort og elg. God og forutsigbar ressursforvaltning er viktig for framtidig utvikling og suksess for jaktturismeforetak.

Skal vi lykkes med å videreutvikle jaktturismen i Norge trenger vi å gjøre noen grep som kan bidra til økt realisering av potensialet som ligger der, og gi grunnlag for økt omsetning.

- Vi trenger å tenke internasjonalt for å tilfredsstille også nasjonale kunder
  - Kvalitetskrav, standardisering etc.
- Vi trenger å bli mer synlige
  - Felles markedsføringskampanjer for kvalitetsprodukta
  - Vise igjen i porteføljen til store internasjonale jaktreiseoperatører
- Vi trenger bransjenettverk og produsent-samhandling
- Vi trenger aktører som har volum
  - Helårsvirksomhet, økt profesjonalitet og faglig kunnskap etc.



# Kostar hjorten meir enn han smakar?

Sogn og Fjordane er landets største hjortefylke og det vart felt 11 280 dyr i 2008.

Dersom ein legg til grunn ei gjennomsnittleg slaktevekt på 50 kg og ein salsverdi på 60 kr per kg så skapte dette ein kjøttverdi på nær 34 mill kr dette året i fylket. Det er såleis snakk om store verdiar, men hjorten gjer også stor skade på eng, skog, frukthagar og anna i område der tettleiken er stor.

Pål Thorvaldsen og Samson L. Øpstad  
Bioforsk Vest, Fureneset  
pal.thorvaldsen@bioforsk.no

## Introduksjon

I år 2000 vart gjeldande erstatningsordningar for beiteskadar av hjortevilt på innmark og skog avvikla. Dette førte til at kostnaden med hjorteviltet i heilskap fell på grunneigarane. Forskrifta "Forskrift om forvaltning av hjortevilt og bever" legg premissane for dagens hjorteforvaltning. Innan 2006 skal forvaltninga av viltressursane i hovudprinsippet vere grunneigarstyrt. Den offentlege forvaltninga skal i større grad leggjast til kommunane og vere på eit overordna plan. Sentrale myndigheiter si rolle vert å trekke dei store retningslinjene som t.d. å fastsetje jakttider og overordna prinsipp for bestandsmål og forvaltning.

Prosjektet "Kostar hjorten meir enn han smakar?" vart starta opp i 2003. Då hadde ein over fleire år parallelt med den veksande hjortestamma registrert aukande skade på innmark og skog, med eit skadeomfang som mange gardbrukarar etterkvart oppfatta som langt over kva dei kunne akseptere. Samstundes ser ein at hjorten etter kvart har vorte ein viktig utmarksressurs som representerer store verdiar for grunneigarar og jegerar i form av kjøt, utleige og rekreasjon.

Hovudmålsetjinga med prosjektet er å utvikle metodar for å berekne inntekter og utgifter hjorten representerer for den enkelte grunneigar, og samla innafør eit avgrensa område (storvald). Viktigaste delmål er å dokumentere verknaden av at hjort beiter på eng. I prosjektet har ein til no retta størst merksemd mot den direkte verknaden av at hjort beiter på eng. Gjennom dette har ein synt at hjorten har ein sterk preferanse for timotei og at den ved sin beitepåverknad endrar den botaniske artssamansetjinga i eng. Dermed eldes enga raskare med dei konsekvensane dette har for avlinga.

Eit neste steg i prosjektet er å sjå på korleis landskapet kring innmarka påverkar beitenivået av hjort og gir opphav til skilnader i skadeomfang mellom areal og mellom gardbrukarane. Bortfall av erstatningsordningane gjer at grunneigarane nå må søke å kompensere skadeomfanget på eng og skog ved jaktuttak og den meirverdien som kan skapast gjennom vidareasal av løyver og foredling av utleigeprodukt i tilknytning til jakt. Det er derfor viktig for grunneigarane at det er eit visst samsvar mellom løyvetildeling og skadeomfang. Dagens hjorteløyve tildeles ut i frå eigeidommens arealopplysingar, der alt landbruksareal nedanfor skoggrensa i praksis teljar likt.

## Metode

Som referansevald for berekningar av nytte- og kostnadsverdi har ein nytta Eikås storvald i Jølster kommune. Valdet har eit teljande areal på 19 465 daa. Valdet er inne i ein periode med høg avskyting for å redusere skadeomfanget, og har i desse åra fått tildelt eitt løyve per 300 daa.

For å kunne berekne det økonomiske verditapet etter skadebeiting av hjort måtte ein fastsetje ein verdi på grovfôret. Som utgangspunkt for dette har ein valt å knytte verdien av grovfôret til kraftfôrprisen. I frådrag kjem sparte kostnader, i første rekke knytt til haustekostnader. Verdien av kvar tapte foreining vart etter dette fastsett til 2,28 kr per FEm. Til samanlikning vert grovfôr omsett til ein snittpris av 2,00 kr per FEm i Rogaland (Grødem 2007), men det er sjølv sagt mogeleg å få kjøpt grovfôr rimelegare enn dette andre stadar. Fraktkostnader vil i slike høve kome i tillegg.

Engalder og timoteiinnhald har synt seg å ha stor betyding for beitepresset frå hjort, og det er gjennom

prosjektet utvikla ein modell for skadeomfang i høve til engalder. I 2007 vart skadeomfanget på all innmark i valdet taksert gjennom ein forenkla takseringsmetodikk før 1. og 2. slått. Ved desse takseringane ønska ein å studere korleis landskapet verkar inn og gir opphav til ulikt beitepress frå hjort på enkelte skifter og mellom gardbrukarane. På bakgrunn av resultatane vart det utvikla ein skadeprofil for innmark for valdet som vart knytt saman med modellen for avlingstap ved ulik engalder slik at ein fekk ein samla tapsprofil for valdet der ein tar omsyn til kor dei ulike skifta sin ligg i landskapet.

## Resultat

Takseringane synte at det er store forskjellar i beitepåverknad av hjort mellom dei ulike skifta i valdet, og følgjeleg også mellom dei einskilde gardbrukarane. Resultata synte ein klår samheng mellom avstand frå samhengjande skogareal og skadeomfanget på skiftet. Andre tilhøve som også verkar inn er den geografiske fordelinga mellom innmark- og skogareal innafor delområde i høve til naturlege barrierar i landskapet som hindrar eller reduserer fri migrasjon av hjort mellom dei ulike delane. Ein av dei viktigaste barrierane i valdet er knytt til elva Jølstra som i lange periodar går svært stri. Det har også synt seg gjennom eit merkeprosjekt i 2005 at dei merka dyra i liten grad kryssa elva.

Tabell 1. Nytte/ kostnadsberekningar av hjort i Eikås storvald i kr. per år (førebels resultat)

Beiteskadar innmark	178 816
Skogskadar (kun hkl. III og IV)*	62 510
Andre kostnader	25 602
Sum kostnader	266 928
Sum inntekter**	291 615

\*Lauvstad *et al.* 2006 \*\* Thorvaldsen *et al.* 2006

På bakgrunn av skadeprofilen for valdet vart verdien av det samla avlingstapet i valdet berekna der ein også tok omsyn til at tapet vert redusert med aukande engalder. Som det kjem fram av tabell 1 så balanserer dei årlege kostnadane av hjort i stor grad med inntektene slik at det gir eit lite overskot på knapt 25 000 kr.

## Diskusjon

Som det går fram av resultatane vert det samla sett generert eit knapt overskot på grunn av hjort i valdet. Resultata synleggjer behovet for å auke avkastinga av hjorten for betre å kunne kompensere for kostnadane

ved hjortebestanden. Dette må ein gjere gjennom utvikling av næringsverksemd og foredle produktet ein tilbyr jegerane. For å lukkast i ei slik satsing er gardbrukarane avhengig av ein god og forutsigbar bestandsforvaltning som sikrar ein stabil bestand over tid.

Vi har i dette prosjektet valt å knytte verdien av ein foreining grovfôr opp mot byggprisen i desse verdiberekningane for å gi dei allmenn nytteverdi. I dagens jordbruk har ein over store områder eit betydeleg arealoverskot. I praksis er det grunn til å tru at det tapte grovfôret vert erstatta ved auka slåtteareal mange stadar, slik at det som går med til å oppretthalda ein hjortebestand for mange fortonar seg som ein ekstra bonus på arealet i tillegg til produksjonen av de tradisjonelle jordbruksprodukta. Berekningane er hovudsakleg framstilt for å kunne vurdere hjorten som ressurs i høve til ei utmarksnæring i vekst.

Samstundes er det også av interesse å nytte resultatane til å belyse problemstillingar som kring fordeling av løyver skjer som skjer passivt på bakgrunn av areal. Gjennom prosjektet har ein synt at hjorten i Eikåsvaldet i snitt påfører grunneigarane ein kostnad per dekar innmark på kr 109,20 årleg. For 300 daa, som utløyser tildeling av eitt hjorteløyve, vert kostnaden kr 32 750 per år. Til samanlikning så utgjer skogegaren sine kostnader kr 26,60 per daa skog årleg i hogstklasse III og IV (Lauvstad *et al.* 2006). Dersom ein antar tilsvarande skadeomfang på alle skogbestanda så utgjer dette eit årleg skadeomfang på kr 7 960 per 300 daa skog i valdet. Til samanlikning så utgjer kjøttverdien av ein hjort kr 3000. Dette betyr at husdyrhaldaren i valdet har ein kostnad pr hjorteløyve som er om lag fire gongar så høg som skogbrukaren. I Eikås opplevast ikkje dette som noe problem på grunn av at grunneigarane har om lag lik fordeling mellom innmark og skog. På andre bruk, som ligg inntil store skogeigendomar eller eigendomar som hovudsakleg består av innmark, vert dette opplevd som urettferdig.

## Referansar

- Grødem, M. 2007. Pris på ulike fôrslag til storfe. *Bondevennen*, vol 110(2):12-13.
- Lauvstad, H.F., Mo. M. & Øpstad, S.L. 2006. Tap grunna hjorteskadar på gran. *Vestlandsk Landbruk* 93(10):17-19.
- Thorvaldsen, P., Meisingset, E.L., Øpstad, S.L., Rivedal, S. & Aarhus, A. 2006. Om beiteskader av hjort på innmark: Kostar hjorten meir enn han smakar? *Hjorteviltet* 16(1):34-39.

# Modeller for avskyting av hjort

Det har skjedd store endringer i hjortebestanden i løpet av de siste 30-40 åra både med hensyn til utbredelse og vekst. Hvis utviklingen i avskytingen noenlunde reflekterer den generelle bestandsøkningen i Norge, så har bestanden mer enn fordoblet seg i løpet av de siste 15 åra, og tidoblet seg de siste 40.

Erling L. Meisingset  
Bioforsk Økologisk, Tingvoll  
erling.meisingset@bioforsk.no

Til en viss grad har dette vært en styrt og ønsket utvikling som har skapt grunnlag for økt høsting næringsutvikling og utvikling av sosiale verdier. I samme tidsperiode har lovverket som regulerer fordelinga av oppgaver, ansvar og myndighet mellom sentrale og lokale ledd i forvaltningsapparatet også gjennomgått flere endringer. Flere oppgaver og ansvar har blitt flytta til kommunene og samtidig har forventningene økt til at jaktrettighetshaverene gjennomfører private tiltak retta mot utarbeiding av forvaltningsplaner, samt organisering, tilrettelegging og gjennomføring av jakta mm.

Omleggingen av forvaltningen er et resultat av et målretta arbeid hvor man har ønska å legge til rette for en langsiktig og kunnskapsstyrt forvaltning av hjorteviltbestandene (DN 1995). Til tross for et solid kunnskapsgrunnlag om de viktigste mekanismene for bestandsregulering, styrka innsamling av bestandsinformasjon, forbedring av privat jaktorganisering, og vide forskriftsmessige rammer, er det fortsatt store utfordringer knytta til målstyrt bestandsutvikling. Så lenge målet har vært bestandsøkning og uttaket er lavere enn tilveksten, betyr sammensetningen i uttaket relativt lite for bestandens utvikling. Utfordringene blir større når man ønsker å stabilisere eller redusere, eller endre den demografiske sammensetningen i bestanden.

Alle bestanders utvikling (eller vekstrate) avgjøres av antall dyr som blir født og antall dyr som dør i løpet av en tidsperiode. I tillegg påvirkes utviklinga av innvandring og utvandring til bestanden (innenfor et område). For at en bestand skal være i balanse over tid, må tilveksten være like stor som avgangen. Faktorer som påvirker antall fødte og døde vil derfor bety mye for bestandenes utvikling over tid.

Under dagens forvaltningsregime i Norge er jakta den viktigste dødelighetsfaktoren for hjorten (Loison & Langvatn 1998, Langvatn & Loison 1999, Langvatn & Meisingset 2001). Merkeundersøkelser har vist at 75 - 90 % av dyr eldre enn ett år blir skutt (Langvatn & Loison 1999), mens bare noen få dyr dør en naturlig død (Loison & Langvatn 1998). Det viser seg imidlertid at det er stor forskjell på jakttrykket for hanndyr og hunndyr; det aldersspesifikke jakttrykket er vesentlig hardere på hanndyra (Langvatn & Loison 1999). Dette har medført at bestandene har en skjev kjønnsratio i fordel hunndyr og at alderssammensetningen hos bukkene og kollene i bestandene er vesentlig forskjellig (Meisingset & Brøseth 2002). I klartekst betyr det at avskytningsmønsteret er avgjørende for bestandenes utvikling i form av vekstrate og demografisk sammensetning (Langvatn & Loison 1999).

Bestander med stor overvekt av produserende hodyr har et stort vekstpotensial og er krevende å forvalte. I en situasjon der bestandsnivået har nådd (eller overskredet) ei samfunnsmessig tålegrense, eller et nivå som medfører "uønska" økologiske effekter, er det viktig å utvikle gode modeller for uttaket av hjort. Her presenteres ulike avskytningsmodeller, gjennom en deterministisk bestandsmodell, i forhold til aktuelle forvaltningsmål:

- Uttak for å begrense veksten i en voksende bestand
- Maksimalt utbytte ved en stabil bestandsutvikling

## Referanser

- Direktoratet for naturforvaltning, 1995. Forvaltning av hjortevilt mot år 2000. Handlingsplan.- DN-rapport 1995-1.
- Langvatn, R. & Loison, A. 1999. Consequences of harvest on age structure, sex ratio and population dynamics of red deer in central Norway. *Wildlife Biology*, 5(4):213-223.
- Langvatn, R. & Meisingset, E.L. 2001. Vekst og alder hos hjorten. *Hjorteviltet*:2-10.

Loison, A. & Langvatn, R. 1998. Short and long term effects of winter and spring weather on growth and survival of red deer in Norway. *Oecologia* 116:489-500.

Meisingset, E.L. & Brøseth, H. 2002. Vil våre framtidige hjortebestander bestå av mange små og unge dyr med mangel på storbukk? *Hjorteviltet*:26-31.

# Er næringsfiske i innsjøer økologisk og økonomisk bærekraftig?

Norge har mange store innsjøer med muligheter for å drive næringsfiske og matproduksjon basert på innlandsfiskeressursene. Næringsfisket har imidlertid mange økologiske og økonomiske flaskehalsar som gjør lønnsom drift til litt av en utfordring.

Hallvard Jensen  
Bioforsk Nord, Holt  
hallvard.jensen@bioforsk.no

## Innledning

I vårt land drives næringsfiske hovedsakelig med garn og storruse i en del store innsjøer i Sør-Norge, og årlig innrapportert omsetning har ligget på 200-250 tonn de siste årene. Denne omsetningen tilsvarer en årlig førstehandsverdi på rundt 8-9 millioner NOK, og de viktigste fiskeartene er sik (*Coregonus lavaretus*), ørret (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*). Aktørene som i dag driver med omsetning av innlandsfisk er alle typiske småskalaforetak, og de leverer nisjeprodukter i dagens matmarked. Av foredlete produkter er rakefisk, varm- og kaldrøkt fisk samt fiskekaker de mest utbredte salgsvarene. Selv om de rapporterte fangstene og omsetningstallene er lave, er det potensielle fangstutbyttet langt høyere, antakelig 4000-5000 tonn, men det er usikkert om et slikt uttak er økonomisk lønnsomt selv om det trolig kan forsvares økologisk.

Bærekraftig utnytting av fiskebestander forutsetter kunnskapsbasert forvaltning, og en rekke faktorer innenfor både økologiske og økonomiske rammer må oppfylles for å oppnå et mest mulig stabilt utbytte. Det er ønskelig at utbyttet fra fiskebestandene skal være høyest mulig over tid, og dette krever god informasjon om de fiskearter det skal høstes av, og hvilke alders- og størrelsesgrupper det vil være mest fornuftig å fiske på. I denne artikkelen gjøres det kort rede for de økologiske og økonomiske utfordringene rundt et slikt fiske, med et eksempel fra en innsjø hvor det drives næringsfiske.

## Økologiske faktorer og utfordringer

Fisket utøves i stor grad selektivt på ulike alders- og størrelsesgrupper, og fiskebestandene er fornybare, men begrensede. En bærekraftig beskatning samsvarer derfor ofte med langsiktig lønnsomhet.

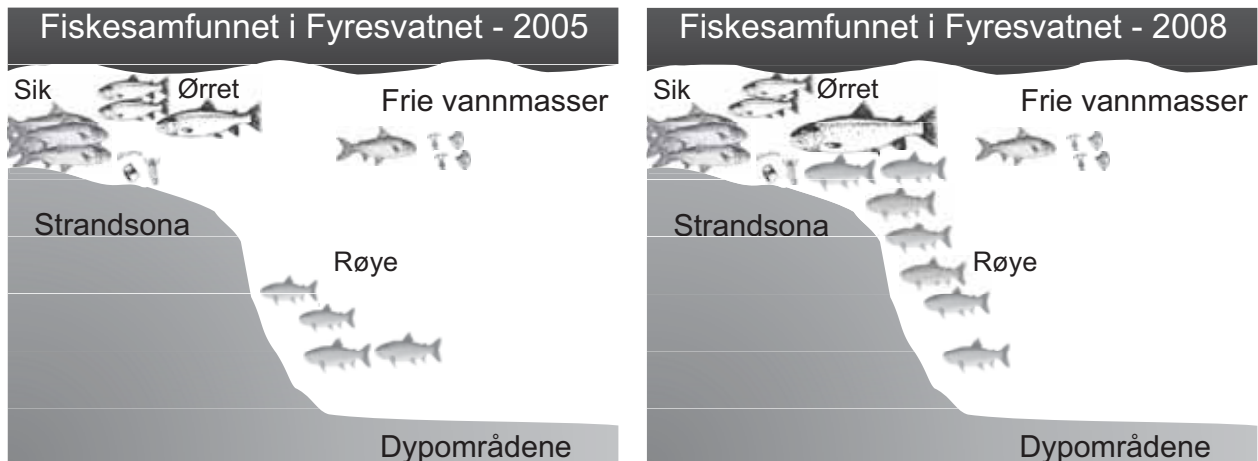
Årsakssammenhengene er imidlertid ofte komplekse, knyttet til økologiske nøkkelfaktorer om fiskebestandene på den ene siden og produksjonskostnader, markedspris og etterspørsel innenfor økonomien. En av de største utfordringene i mange av våre innsjøer hvor det ikke drives næringsfiske, er småvokste og tette fiskebestander av dårlig kvalitet. I slike systemer er det behov for bedring av fiskekvaliteten for å oppnå salgbare produkter, og dette krever ofte flere års kultivering før selve næringsfisket kan begynne.

Biomassen til en fiskebestand er avhengig av fire hovedprosesser: rekruttering (tilførsel av nye individer), individvekst, naturlig dødelighet (dødelighet som ikke skyldes fiske) og fiskedødelighet (Welcomme 2001, figur 1). I tillegg kommer eksterne faktorer, slik som svingninger i vannstand og -temperatur, og hvilken effekt disse har varierer med fiskeart. For eksempel vil vanntemperatursvingninger være av betydning for hvor fisken oppholder seg i innsjøen gjennom sesongen, noe som igjen vil påvirke biomasse av fangbar bestand og fiskedødelighet.

Ofte fiskes det imidlertid ikke bare på en bestemt alders- eller størrelsesgruppe av en fiskebestand (for



Figur 1. Økologiske faktorer som påvirker biomassen av en fiskebestand.



Figur 2. Illustrasjon over endringer i biomasse og næringsdynamikk i Fyresvatnet 2005-2008.

eksempel en art i en innsjø), men på flere arter og størrelsesgrupper samtidig. I slike tilfeller skjer det dynamiske endringer i bestandene som påvirker faktorene i figur 1. I Fyresvatnet, hvor det drives næringsfiske etter sik, ørret og røye, er slike endringer i relativ fisketetthet påvist gjennom en fireårsperiode fra 2005-2008 (Jensen, In prep.). Her er det med standardiserte prøvegarner vist at røya både i antall og biomasse har økt kraftig i strandsonen, samtidig som sik- og ørretbestandene har vært relativt konstante (figur 2). Dette skyldes hardt fiske på sik, noe som gir bedret individvekst og redusert konkurranse for røye. I innsjøer med sik fortrenses røya ned på dype og mer næringsfattige områder, men dette kan endres ved kraftig uttak av sik. I tillegg gir økt uttak av sik økt rekruttering til sikbestanden og økt innslag av fiskepisende ørret, noe som igjen påvirker den naturlige dødeligheten til ungfisk av sik.

### Økonomiske faktorer og utfordringer

Lønnsomheten i næringsfiske er i tillegg til de økologiske faktorene som er nevnt avhengig av investerings- og driftskostnader samt etterspørsel og markedspris for produktene som selges. Prisen på produktene er i teorien regulert ut fra etterspørselen, hvor stort tilbud og liten etterspørsel gir lav pris på produktet mens lite tilbud og stor etterspørsel gir høye produktpriser. Vi ser dette særlig hos rakefisk av ørret og røye de senere årene, hvor etterspørselen har økt mer enn tilbudet, og selges nå i enkelte delikatesseforretninger for opptil 400 NOK pr. kg. I slike tilfeller er det meget lønnsomt å drive næringsfiske, selv om sesongen for rakefisk er kort og hektisk.

A drive markedsføring og salg av sine produkter samtidig man utøver selve fisket er krevende - man må ha kunnskap i hele verdikjeden. Av foretakene som driver næringsfiske i Norge, er det generelt stor forskjell på de videreforedlede produktene som tilbys. Siden det totale kvantumet på landsbasis er relativt beskjedent, har foretakene ikke sett det som hensiktsmessig å tilby standardiserte produkter, men dette kan bli aktuelt dersom omsatt kvantum øker betraktelig. Det er imidlertid de siste årene vært fokus på fiskekvalitet, og i de senere år er det utarbeidet en felles kvalitets håndbok som fiskerne må følge. Slike tiltak er viktige for å heve kvaliteten på produktene, noe som igjen kan forsvare en høy prissetting. At aktørene i bransjen er spredt og fåtallig gjør imidlertid kostnadene knyttet til distribusjon, markedsføring og salg krevende, og flere av foretakene satser nå heller på produktsalg direkte fra egen gård inkludert restaurant og fiskemottak. Slik skapes et mangfold av produkter basert på lokale tradisjoner, og dette er kanskje veien å gå for et bærekraftig næringsfiske i framtiden.

### Referanser

- Jensen, H. Fiskeribiologiske undersøkelser i Fyresvatnet 2005-2008. Bioforsk Rapport (In prep.).  
 Welcomme, R.L. 2001. Inland Fisheries. Ecology and Management. 358 pp. Fishing News Books, Oxford, UK.

# Oppdrett av røye - muligheter og utfordringer

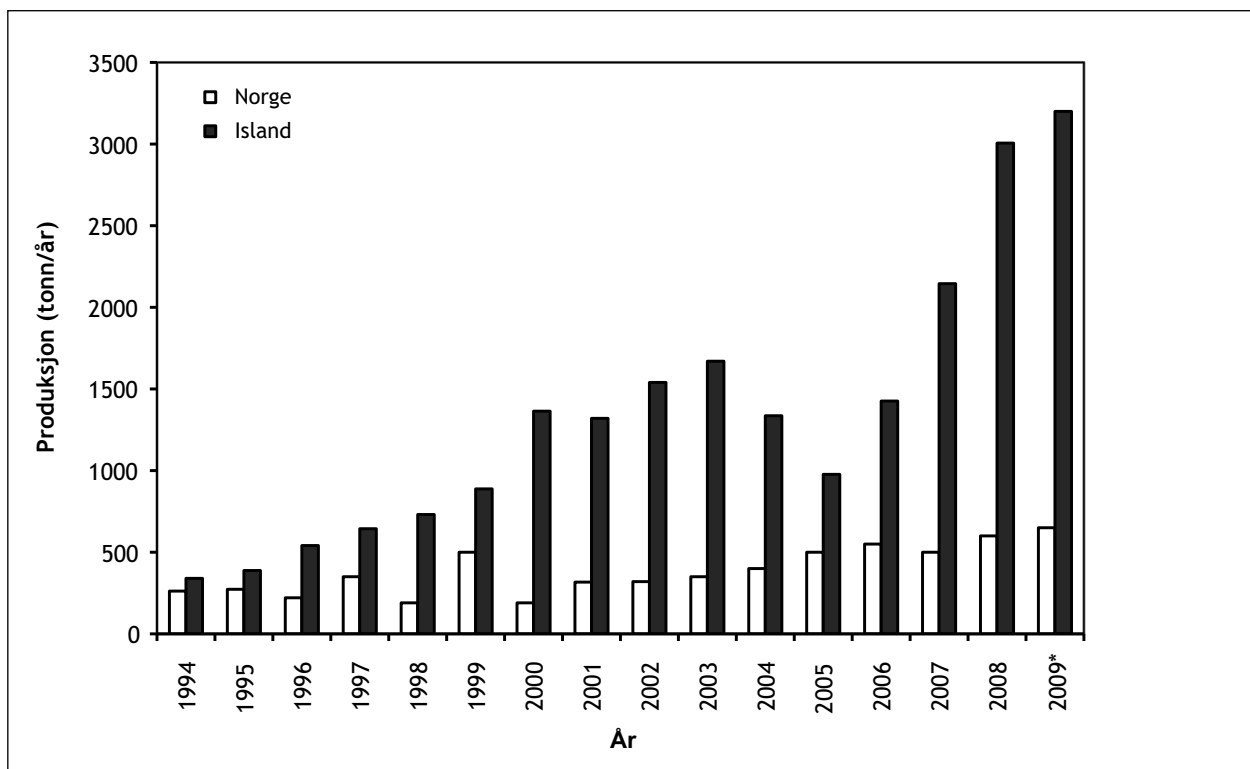
Fra å være pioner innen røyeoppdrett er Norge blitt ”dårligst i klassen”. Myndighetenes strenge rammebetingelser for innlandsoppdrett begrenser vår mulighet til å bli ”best i klassen”. Ved valg av riktig strategi kan røyeoppdrett bli ei betydelig næring for distrikts-Norge, slik det er for våre naboer i Sverige og på Island.

Sten Ivar Siikavuopio  
Nofima Marin  
sten.siikavuopio@nofima.no

Norsk landbruks- og distriktpolitikk skal legge til rette for ny næringsvirksomhet og attraktive bosteder i bygdene, parallelt med strukturendringene i landbruket. Oppdrett av innlandsfisk kan bli en betydelig næringsvei for distrikts-Norge. Flere arter er aktuelle, det arbeides med både sik, ørret og abbor, men røye synes å ha det største potensialet per i dag. De første pilotanleggene for oppdrett av røye startet opp på 1970 tallet i Norge, for så å øke gradvis på 1980 tallet. Som vi ser av figur 1, var produksjon av oppdrettsrøye i Norge på 250 tonn i 1994 og på linje med

Island sin røyeproduksjon. Produksjon av røye i Norge har vært stabilt lavt de siste 15 årene, med en svak stigning til ca. 650 tonn i 2009. Ser vi på Island så er bildet annerledes med en kraftig økning i produksjonen til ca. 3200 tonn i 2009.

Til forskjell fra land med større produksjon (Sverige og Island) har det i Norge vokst frem en produksjonsstrategi med mange og små produsenter (totalt 51 konsesjoner på oppdrett av røye i Norge). En slik strategi kan være gunstig for produsenter som ønsker ett



Figur 1. Årtlig produksjon av røye i Norge og på Island fra 1994 til 2009.

ekstra økonomisk bein å stå på, eksempelvis bønder som har et "røyefjøs" med en produksjon på mellom 5 og 20 tonn i året. Disse er godt egnet til produksjon for lokale markeder, eller spesielle produkter (eks. rakfisk). For å levere til større internasjonale markeder er det imidlertid nødvendig med større volum og stabile leveranser gjennom hele året. Island har valgt denne strategien. De har noen få store produsenter, hvorav den største enkeltprodusenten produserer over 1000 tonn i år. De satser på produksjon av større fisk, over 900 gram, og selger mye på det Amerikanske markedet som hovedsakelig er sentrert i Boston området. Større volum og større fisk gjør det mulig å produsere røye billigere enn hva man gjør her til lands. Sverige ser ut til å følge etter Island med en tilsvarende strategi. Sverige har de siste årene åpnet for store merdanlegg for røye i regulerte næringsfattige kraftmagasiner, med tildeling av enkelt konsesjoner på opp til 2000 tonn røye per år. En konsesjonsstørrelse og oppdrettsform som norske myndigheter ikke tillater. Videre har både Island og Sverige satset på avlsprogrammer for røye. På Island har dette foregått de ti siste årene. De rapporterer om en generell høy arvbarhet på egenskaper som vekst, kjønnsmodning og fettinnhold. Ved avl kan de oppnå en økning i vekstrate på 4,5 % per år uten at fettinnholdet økes, samtidig som andelen kjønnsmoden fisk ved slakting reduseres. Tall fra Sverige tyder også på en betydelig gevinst ved avl på røye for oppdrett. En strategi som

norske røyeoppdrettere ikke har kunne gjennomføre på grunn av myndighetenes krav til bruk av stedegen røyesamme ved tildeling av konsesjon.

Gitt at myndighetene ikke forandrer rammebetingelser knyttet til konsesjonsstørrelse, teknologi og krav til bruk av stedegen samme, vil vi med stor sannsynlighet tape i konkurransen med våre naboer på det internasjonale markedet. En alternativ strategi for Norge vil være resirkuleringsanlegg (RAS) for røye med stor produksjonskapasitet (300 til 3000 tonn per år). Fremtidig etablering av røye-anlegg vil, både av produksjons- og miljømessige hensyn, sannsynligvis baseres på gjenbruk og resirkulering av vann. Ved bruk av resirkulering vil en oppnå en kraftig reduksjon i vannforbruk per biomasse fisk i anlegget. Dette medfører også redusert utslipp av vann per biomasse fisk produsert, noe som gir gode muligheter for effektiv behandling av avløpsvannet. Næringsstoffene fra avløpsvannet kan i sin tur benyttes til produksjon av for eksempel grønnsaker.

### Nettverk for røye

For mer informasjon om røyeoppdrett anbefales to internettbaserte Europeiske nettverk for røyeinteresserte - charnnet ([www.charnnet.com](http://www.charnnet.com)) og Northcharr ([www.northcharr.eu](http://www.northcharr.eu)). Nettverkene ønsker å favne vidt blant røyeinteresserte, og tar mål av seg til å bli de viktigste røye-portalerne på internett.



# Skadedyr ved frøavl av rødkløver

Norsk frøavlerlags forskingsprosjekt 'Skadedyr ved frøavl av rødkløver' (2007-10) har vist at kløvergnaver (*Hypera nigrirostris*) og rødkløversnutebiller (*Apion* spp.) forekommer i norske frøenger. Som regel er insektsprøyting likevel ulønnsomt, for sprøyting virker også negativt på de pollinerende nytteinsektene.

Trygve S. Aamlid<sup>1</sup> og Arild Andersen<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Bioforsk Øst, Landvik, <sup>2</sup> Bioforsk Plantehele, <sup>3</sup> Universitetet for miljø og biovitenskap  
trygve.aamlid@bioforsk.no

## Innledning

Om vi ser bort fra naturlige årssvingninger og holder oss til diploide sorter, viser avlingsstatistikk for norsk rødkløverfrøavl en årlig reduksjon på 1,4 kg/daa de siste 15 åra. Målet med Norsk frøavlerlags prosjekt 'Skadeinsekter ved frøavl av rødkløver' er å finne ut om dette skyldes kløvergnaver (*Hypera nigrirostris*) og/eller rødkløversnutebiller (*Apion apricans*, *A. trifolii* og *A. assimile*) i frøengene. Kløvergnaver angriper ulike kløverarter, men foretrekker rødkløver. Den er betydelig større enn rødkløversnutebillene, og i Danmark er det vanlig å regne at en larve av kløvergnaver gjør like mye skade som 10 larver av *Apion* spp. De siste åra har det blitt funnet mange parasitterte pupper (kokonger) av kløvergnaver ved rensing av norske frøpartier, på det meste opp til 2500 kokonger per kilo frø (Kiserud 2007). Dette tyder på et undervurdert skadedyrproblem.

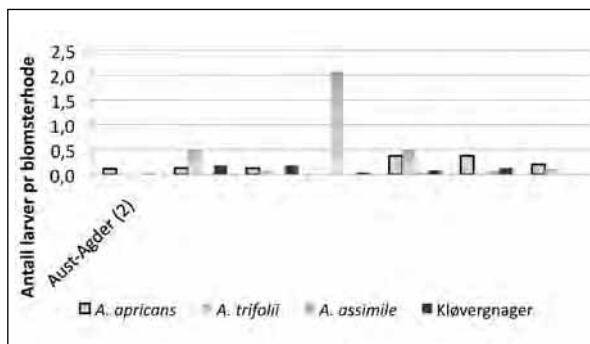
## Materiale og metoder

Sommeren 2007 ble forekomsten av kløvergnaver og rødkløversnutebiller kartlagt i til sammen tjue frøenger i seks østlandsfylker. Fra hver eng ble det i månedsskiftet juli/august plukket 48 tilfeldige blomsterhoder. Hvert hode ble lagt i et plastbeger med

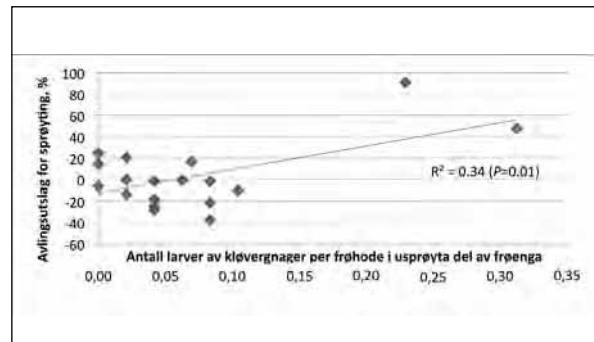
lokk og satt til klekking ved 20 °C for bestemmelse av antall skadeinsekter.

Sesongene 2008 og 2009 ble det utført henholdsvis ni og åtte storskalaforsøk hos frøavlere på Østlandet. Frøengene ble delt i en sprøyta og en usprøyta del, hver på minst 5 daa. Den sprøyta delen ble behandla med insektmiddel tre ganger, første gang ved tidlig strekning (midlere dato 1.juni), andre gang på knoppstadiet (midlere dato 21. juni) og siste gang når blomstringa var kommet i gang (midlere dato 9.juli). I 2008 ble det brukt alfacypermetrin (Fastac 50, 40 ml/daa) ved de to første og tiaklopid (Biscaya OD 240, 40 ml/daa) ved siste sprøyting. I 2009 var rekkefølgen Biscaya - Fastac - Biscaya. Fra sprøyta og usprøyta del av hver frøeng ble det på samme måte som i 2007 plukket inn 48 blomsterhoder for klekking av larver. Ved tresking, tørking, rensing og analyser ble frøavlinga fra usprøyta og sprøyta del av frøenga handtert separat.

I sum for 2008 og 2009 ble det også gjennomført åtte småskalaforsøk (anleggsruter 10 m x 10 m). Fastac og Biscaya ble sammenlikna ved sprøyting på knoppstadiet (midlere dato 16.juni) og ved begynnende



Figur 1. Gjennomsnittlig funn av kløvergnaver og rødkløversnutebiller i slekta *Apion* i frøenger i ulike fylker i åra 2007-2009. Tall i parentes viser ant. frøenger undersøkt i hvert fylke. Sprøyta eng er holdt utenfor.



Figur 2. Sammenhengen mellom funn av kløvergnaver i usprøyta frøeng og avlingsutslag for sprøyting i storskalaforsøk 2008 og 2009.

Tabell 1. Virkning av insektsprøyting med ulike preparat og til ulike tider på forekomst av skadeinsekter og frøavling av rødkløver i 2008 og 2009

Behandling	Larver per hode		Frøavling, kg/daa			
	Kløver-gnager	<i>Apion</i> spp.	2008	2009	Begge år	
Antall felt	8	8	3	4	7	Rel.
1. Usprøyta kontroll	0,11	0,49	41,6	24,0	31,5	100
2. Fastac 50, 40 ml, knoppstadiet	0,05	0,31	35,4	20,8	27,1	86
3. Biscaya, 40 ml, knoppstadiet	0,05	0,10	43,2	24,1	32,3	103
4. Fastac 50, 40 ml, beg. blomstr.	0,02	0,17	36,8	22,1	28,4	90
5. Biscaya, 40 ml, beg. blomstring	0,07	0,13	41,7	22,1	30,5	97
6. Fastac 50, 40 ml, knoppstadiet + Biscaya, 40 ml, beg. blomstring	0,01	0,15	38,3	21,7	28,9	92
7. Biscaya, 40 ml, knoppstadiet + Fastac 50, 40 ml, beg. blomstring	-	-	-	21,2	-	-
P-verdi	0,03	>0,20	0,05	0,10	0,003	-
LSD 5 %	0,06	-	5,3	-	2,6	-

blomstring (midlere dato 2.juli). I begge år var det i tillegg med et ledd med to gangers sprøytinger (Fastac + Biscaya). I 2009 prøvde vi også den motsatte kombinasjonen (Biscaya + Fastac).

## Resultater og diskusjon

Klekking av larver fra frøhoder viste at kløvergnager var mest utbredt i Telemark, Buskerud og Østfold/Follo, mens det var nesten ingen funn i Aust-Agder og Hedmark (figur 1). Rødkløversnutebiller *A. apricans* var utbredt over hele Østlandet og *A. trifolii mest* i Vestfold og Telemark. Det ble funnet mer enn dobbelt så mange kløvergnager i 2007 som i 2008 og 2009 (middeltall henholdsvis 0,15, 0,06 og 0,06 larver/hode). For *Apion* spp. var årsvariasjonen mindre (henholdsvis 0,67, 0,49 og 0,66 larver/hode).

På grunn av bedre vær i blomstringtida var gjennomsnittlig frøavling høyere i 2008 enn i 2007 og 2009. Signifikant sammenheng mellom antall kløvergnager og frøavling ble funnet i 2007, men i 2008 og 2009 var sammenhengen usikker. Mellom funn av rødkløversnutebiller og frøavling kunne det ikke påvises sammenheng i noen av åra. I middel for 17 storskalafelt førte gjentatt insektsprøyting til 82 og 98 % reduksjon i forekomsten av henholdsvis kløvergnager og rødkløversnutebiller.

I middel for storskalaforsøka var frøavlinga like stor i usprøyta og sprøyta del av frøenga (begge 26 kg/daa). Regresjonsanalyse viste signifikant sammenheng mellom funn av kløvergnager og meravling for sprøyting, men denne sammenhengen var stort sett bestemt av

to frøenger (figur 2). Det var ingen sammenheng mellom antall rødkløversnutebiller og avlingsutslag for sprøyting.

I middel for åtte småskalafelt ble det funnet flere kløvergnager og rødkløversnutebiller i usprøyta enn i sprøyta ruter, men utslaget var signifikant bare for kløvergnager (tabell 1). Likevel var frøavlinga i sprøyta ruter stort sett mindre enn i usprøyta ruter, og dårligst etter tidlig sprøyting med Fastac (ledd 2). Tidlig sprøyting med Biscaya (ledd 3) førte til en liten avlingsauke, men denne var knapt stor nok til å betale for sprøytekostnadene.

## Konklusjon

Både kløvergnager og rødkløversnutebiller forekommer i norske frøenger av rødkløver. I de sentrale frøavlsområdene i Telemark, Vestfold, Buskerud og Østfold/Follo er skaden av kløvergnager sannsynligvis større enn skaden av rødkløversnutebiller.

Både Fastac og Biscaya er effektive mot skadeinsekten, men forekomsten spesielt av kløvergnager er for sporadisk til at rutinemessig sprøyting kan anbefales. I dette prosjektet var avlingsutslaget for sprøyting oftere negativt enn positivt. Dette skyldes sannsynligvis at insektmidlene, særlig Fastac, virker avskrekkende på nytteinsektene.

## Referanse

Kiserud, E. 2007. Skadeinsekter ved frøavl av rødkløver. Prosjektoppgave ved Høgskolen i Hedmark. 53 s.

# Høstetid og lagring av timoteifrø

Nye lagringsundersøkelser viser at timoteifrø som er høsta tidlig, med høyt vanninnhold, taper spirevnen raskere enn frø som er treska seinere. Størst vil spiretapet være ved lagring i kystnære områder hvor temperaturen og luftfuktigheten er forholdsvis høy.

Lars T. Havstad  
Bioforsk Øst, Landvik  
lars.havstad@bioforsk.no

## Innledning

I timoteifrøavlens høstes frøet vanligvis direkte med skurtresker, enten i en eller to omganger. Tidligere forsøk har vist at høstetidspunktet og innstillingen av skurtreskeren har betydning for frøkvaliteten (Hillestad & Time 1975). Tidlig og hard tresking (stor slagerhastighet) gav som oftest dårligere frøkvalitet enn når frøet ble høstet senere og/eller mer skånsomt. I disse høstetidsforsøkene ble spireanalysen utført like etter frøhøsting uten at det ble sett nærmere på hvordan spireevnen hos timoteifrøet utviklet seg på lager i tida etter frøhøsting. Heller ikke for andre grasarter er dette nærmere belyst. I 2003 ble det av den grunn satt i gang ett nytt høstetidsforsøk hvor en ønsket å se nærmere på hvordan ulikt tidspunkt for frøhøsting av timotei påvirker spireevnen når frøet senere blir langtidslagret under ulike klimatiske forhold.

## Forsøksoppl egg

Høstetidsforsøket ble utført på Landvik (Aust-Agder) hvor de tre timoteisortene Vega, Grindstad og Noreng ble høstet til tre ulike tider i august 2003. Vanninnholdet i frøet ved første, andre og tredje høstetid var henholdsvis 34-35, 26-28 og 16-20 % for de tre sortene. Det var lagt opp til en forholdsvis hard en gangs tresking (slagerhastighet 23-24 m/s).

I februar 2004 ble frøet fordelt til Felleskjøpets sine ventilerte lagre på Tynset (Hedmark) (innlandsklima),

Holstad (Akershus), og Vaksdal (Hordaland) (kystklima). I tillegg ble det plassert frø på kjølelageret på Landvik som kontroll. Ved utsending av frøet, og deretter en gang i året ble det fra hvert lager tatt ut prøver for spireanalyse. Siste uttak fra lager var i november 2008.

## Resultater og diskusjon

### Frøavling og tusenfrøvekt

Avlingstallene er i bra samsvar med tidligere sortsforsøk og høstetidsforsøk i timoteifrøavlens (Time & Hillestad 1975, Havstad *et al.* 2003) (tabell 1). Som nevnt ble rutene bare treska en gang. Ved første gangs tresking ved 34-35 % vann i frøet vil nok de fleste frøavlere treske loa på nytt etter 3-5 dager, og dette vil da som regel gi den største frøavlinga.

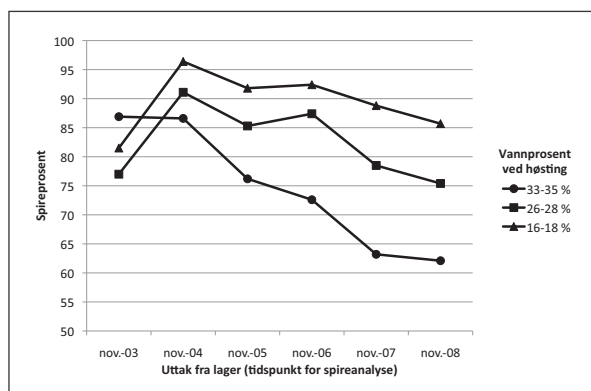
I middel for høstetider var tusenfrøvekta av 'Grindstad', 'Vega' og 'Noreng' henholdsvis 651, 554 og 553 mg. Også dette er i samsvar med tidligere forsøksresultater som viser at 'Grindstad' utvikler tyngre frø enn de nordnorske sortene (Havstad *et al.* 2003). Tusenfrøvekta var ikke påvirket av ulik høstetid.

### Utvikling av spireprosenten på lageret

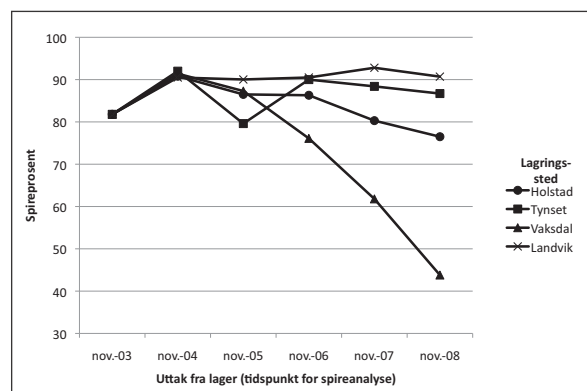
Trolig på grunn av spiretreghet i frøet var det noe bedre spiring ved andre uttak (ett år etter utplassering på lager) enn like før utsending til lager. Videre utover i lagringsperioden ble spireevnen hos frøet gradvis redusert uansett høstetid (figur 1), sort (data ikke vist) og lagersted (figur 2).

Tabell 1. Frøavling (kg/daa) ved ulike høstetid i Grindstad, Vega og Noreng timotei

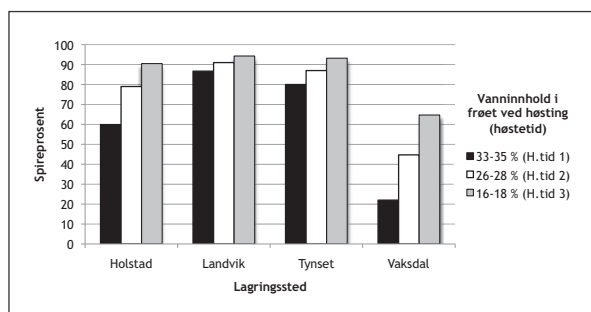
	Frøavling (kg/daa)			
	'Grindstad'	'Vega'	'Noreng'	Middel
1. høstetid, 33-35 % vann	81,8	87,8	84,5	84,7
2. høstetid, 26-28 % vann	83,2	85,3	101,5	90,0
3. høstetid, 16-20 % vann	77,0	88,6	95,9	87,2
Middel	80,7	87,2	94,0	94,0



Figur 1. Utvikling av spireprosent etter ulike lagringstid i frø tresket ved forskjellig vanninnhold.



Figur 2. Utvikling av spireprosent etter ulike lagringstid i fire ulike frølagre.



Figur 3. Virkning av ulike høstetid på spireprosent etter fem års lagring (november 2008) hos frø lagra på ulike steder.

Spireanalysene de siste fem åra viste dårligst spiring hos frø tresket tidligst med høyest vanninnhold (33-35 % vann) (figur 1). Sammenlignet med de to senere høstetidene forsterket denne forskjellen i spireprosent seg utover i lagringsperioden. Dette viser at frøet som var tidlig tresket, med høyest vanninnhold, fortsatte å tape spireevnen raskere på lageret enn frø som var høstet senere med et lavere vanninnhold.

De siste tre åra tapte frøet spireevnen raskere når det ble lagret i kystklimaet i Vaksdal enn på de andre lagrene (figur 2). Ved siste uttak spirte frøet fra Vaksdal 33, 43 og 47 prosentenheter dårligere enn frø lagra henholdsvis på Holstad, Tynset og Landvik.

I Vaksdal var tapet av spireevne spesielt stort hos det tidligst høsta frøet (34-35 % vann), mens den negative virkningen av tidlig frøhøsting var minst i kjølelageret på Landvik (figur 3). Dette viser at gode lagringsforhold kan være med å redusere tapet av spireevne hos frøpartier som ikke er høstet optimalt, mens lagring under ugunstige værforhold, på tilsvarende måte, forsterker lagringstapet.

Frø av 'Grindstad' som var høsta ved de to tidligste høstetidspunktene spirte noe dårligere enn frø fra av 'Noreng' og 'Vega' høsta til samme tid. Dette skyldtes trolig at 'Grindstad' produserte større og tyngre frø enn de to andre sortene, og av den grunn var mer utsatt for treskeskade tidlig i sesongen, når vanninnholdet i frøet var høyst.

## Konklusjon

Forsøket viste at både høstetid og lagringsforhold er viktige med hensyn på å opprettholde spireevnen hos timoteifrø på lager. Spesielt verdte å merke seg er at frø som er høsta tidlig, med høyt vanninnhold, taper spireevnen raskere enn frø som er treska seinere. Størst vil tapet av spireevne hos slike frøpartier være ved lagring i kystnære områder hvor temperaturen og luftfuktigheten er forholdsvis høy gjennom store deler av året.

## Referanser

- Havstad, L. T. 2003. Frøavlsegenskaper hos sorter og foredlingslinjer av timotei og bladfaks ved to ulike N-gjødslingsstrategier. Planteforsk Grønn kunnskap 16. 37 s.
- Time, K. & Hillestad, R. 1975. Høsting og berging av timoteifrø. Forskning og forsøk i landbruket 26(4):1-61.

# Tynning av frøeng

I frøavl en av engrapp og timotei vil en som oftest få en betydelig avlingsreduksjon når enga blir eldre og skuddtettheten øker. I nye undersøkelser har stripesprøyting med glyfosat, både om høsten og tidlig om våren, blitt prøvd ut i begge arter med tanke på å motvirke denne negative avlingsutviklingen.

John I. Øverland<sup>1</sup> og Lars T. Havstad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vestfold Forsøksring, <sup>2</sup>Bioforsk Øst, Landvik  
john.ingar.overland@lr.no

## Innledning

Økt skuddtetthet gir mindre lys og næring til skudda og større fare for legde, faktorer som bidrar til lavere avling. I tidligere forsøk med stripetynning om høsten i 1. engår, ble det oppnådd positive avlingsutslag i 2. og 3. engår for timotei, men ikke for engrapp (Skuterud 1986). I timotei ble undersøkelsene utført i frøeng hvor halmen var fjernet. I de seinere åra har det blitt mer vanlig å kutte halmen ved tresking. Et dekke av kuttet frøhalm vil kunne gi en lavere skuddtetthet i enga året etter og dermed mindre behov for tynning.

## Forsøksplan og metoder

I perioden 2006 - 2008 ble det lagt ut fire felt i Knut engrapp (tre felt i Vestfold og ett felt på Landvik, Aust-Agder) og ett felt i Grindstad timotei i Vestfold etter planene som er vist i tabell 1. Stripesprøytingen ble utført med sprøytebom med hulldyser, 25 og 50 cm avstand i engrapp og 25 cm i timotei. I engrapp ble tynning utført på ruter som var avpusset 10. august på ledd 2 og 5 og 1. september i ledd 1, 3, 4, 6 og 7. Timoteifeltet ble ikke avpusset om høsten.

Alle feltene ble høstet første året etter behandling. I tillegg ble ett av engrappfeltene i Vestfold høsta også andre året etter behandling (ettervirkningsåret).

## Resultater og diskusjon

### Engrapp

I middel for fire felt førte tynning, uansett tidspunkt, til avlingsreduksjon første året etter behandling sammenlignet med usprøyta ruter. Størst avlingsreduksjon var det på ruter med 25 cm tynningsavstand (tabell 2). I ett felt i Vestfold i 2008-09 ble det oppnådd meravling når tynning ble utført tidlig høst (ledd 2 og 5) (tabell 2). Tynning ble utført fem dager etter avpussing, og ikke etter 2-3 uker som i de andre feltene. Dette tyder på at det er gunstig å sprøyte når plantene har lite bladverk slik at tynningseffekten blir svakere.

Også i det ene feltet som ble høsta andre året etter behandling (ettervirkningsåret) kom stripesprøyting tidlig om høsten (ledd 2 og 5) best ut avlingsmessig. Det var imidlertid lave avlingstall og usikre forskjeller mellom de ulike behandlingene (tabell 2).

Tabell 1. Forsøksplan

Engrapp	Timotei
1. Ingen tynning	<b>Halmbehandling</b>
2. Tynning 1. september. Tynningsavstand 50 cm	1. Frøhalmen fjernes like etter tresking
3. Tynning 20. september. Tynningsavstand 50 cm	2. Frøhalmen kuttes og spres ved tresking
4. Tynning tidlig vår. Tynningsavstand 50 cm	<b>Tynning med glyfosat</b>
5. Tynning 1. september. Tynningsavstand 25 cm	A. Ingen tynning
6. Tynning 20. september. Tynningsavstand 25 cm	B. Tidlig om høsten, i slutten av august
7. Tynning tidlig vår. Tynningsavstand 25 cm	C. Seint om høsten, begynnelsen av oktober
	D. Tidlig om våren, når veksten er i gang

Tabell 2. Virkningen av ulike tidspunkt og avstand for tynning med glyfosat på frøavlingen hos Knut engrapp enten første (middel av fire felt) eller andre (ett felt) året etter behandling

Tidspunkt for tynning	Tynnings-avstand, cm	Frøavling, kg/daa (100 % reint frø, 12 % vann)				
		1. frøår etter behandling			2. frøår etter behandling	
		Vestfold 2008-09	Middel 2006-09	Rel.tall	Vestfold 2008-09	Rel.tall
Antall felt		1	4	4	1	
1. Ingen sprøyting		70,8	66,9	100	21,0	100
2. 1. sept.	50	75,7	62,5	93	29,8	142
3. 20. sept.	50	69,3	63,6	95	26,3	125
4. Tidlig vår	50	69,3	62,8	94	23,0	109
5. 1. sept.	25	75,6	61,1	91	29,2	139
6. 20. sept.	25	59,9	58,6	88	23,1	110
7. Tidlig vår	25	58,9	57,0	85	22,4	107
P%		<0,001	>20		>20	
LSD 5%		4,0	-		-	

Tabell 3. Virkning av halmkutting og ulike tidspunkt for tynning med glyfosat (tynneavstand: 25 cm) i et felt med timotei i Vestfold i 2008-09

	% legde ved høsting	Antall frøstengler/ m <sup>2</sup>	Frøavling (kg/daa)	Rel.
Halmbehandling				
1) Frøhalmen fjernet	15	538	67,7	100
2) Frøhalmen kuttet	8	479	65,6	97
P%	2	12	>20	
LSD 5%	14	-	-	
Tynning med glyfosat				
A) Ingen tynning	38	601	59,4	100
B) Tidlig høst (aug./sept.)	8	540	72,5	122
C) Sein høst (okt.)	0	402	63,0	106
D) Tidlig vår (april)	1	492	71,7	121
P%	<0,01	1	2	
LSD 5%	11	108	9,1	

### Timotei

Resultatene fra forsøket i timotei samsvarer godt med de tidligere forsøkene til Skuterud (1986) hvor stripe-tynning om høsten førte til avlingsgevinst og redusert legde. I tillegg var det positive utslag for tynning om våren (tabell 3). I middel har kutting av frøhalmen gitt små og usikre utslag på frøavlingen, men redusert legde ved høsting. Det var tendens (P=14 %) til samspill mellom de ulike halm- og tynningsbehandlinger med tanke på frøavling. Samspillet viste at kutting av halm var positivt på ruter uten tynning, men negativt på ruter som var stripetyntet (data ikke vist).

### Konklusjon

I engrapp har avlingsresultatene variert for mye til at en kan anbefale stripetynting. Det bør undersøkes nærmere om en bør korte inn tida mellom avpussing og tynning, for å få en svakere virkning av sprøytinga. I timotei ser resultatene fra ett felt i 2008-09 lovende ut med hensyn til å kunne opprettholde avlingen ved bruk av tynning. Så langt har tynningsbehovet vært større på ruter uten halm enn på ruter hvor halmen har vært kuttet ved tresking.

### Referanser

Skuterud, R. 1986. Tynning av frøeng ved påstrykning av glyfosat med tauveke. Forskning og forsøk i landbruket 37:231-239.

# Sorter og dyrkingsteknikk i høstoljevekster

I prosjektet "Muligheter for norsk produksjon av biodiesel fra jordbruksvekster" som er finansiert av Norges Forskningsråd, Forskningsmidler over jordbruksavtalen, Habiol AS, Bioforsk og Energigården - Senter for Bioenergi, er det gjennomført forsøk med sorter og dyrkingsteknikk i høstraps og høstrybs i perioden 2007-2009.

Mauritz Åssveen og Ragnar Eltun  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
mauritz.aassveen@bioforsk.no

## Forsøk med høstraps- og høstrybssorter

I sesongene 2006/2007, 2007/2008 og 2008/2009 ble det anlagt sortsforsøk i høstraps og høstrybs på lokalitetene Forsøksringen SørØst, Vollebekk forsøksgård - UMB, Bioforsk Øst Apelsvoll og Bioforsk Midt-Norge Kvithamar, men av ulike årsaker gikk mange felt ut underveis. Den viktigste årsaken til utgang/vraking av forsøksfelt er værforholdene, både under etablering om høsten og gjennom vintersesongen. Forsøkene ble anlagt som blokkforsøk med tre gjentak. I 2006/2007 ble det prøvd 9 rapsorter og 3 rybssorter. De to siste sesongene ble antallet økt til 15 rapsorter og 7 rybssorter. Her presenteres bare resultatene for målesortene pluss de sortene som har gitt høyest og lavest avling (tabell 1). I middel for de 7 rapsforsøkene har flere av sortene gitt omkring 450 kg frø pr dekar. Dette er klart høyere enn de avlingene en vanligvis får av vårraps. Den tyske hybridsorten PR46W15 har gitt høyest avling med 469 kg frø pr dekar, 7 prosentenheter mer enn målesorten Banjo. Sorten har også signifikant høyere oljeinnhold i frøet enn alle de andre sortene. Det gir hele 15 prosent

høyere oljeavling pr dekar enn Banjo. Selv om det er små og usikre forskjeller på sortene når det gjelder overvintringsevne, har PR46W15 også den høyeste overvintringsprosenten. I den andre enden av skalaen ligger den svenske linjesorten Tosca med svært lav frøavling og signifikant lavere oljeinnhold enn alle de andre sortene.

Avlingsnivået var høyt også i rybsforsøkene, og langt høyere enn det som er vanlig for vårrybs. Flere av sortene har i gjennomsnitt for de 6 forsøkene gitt godt over 300 kg frø pr dekar. Den svenske sorten Prisma har vært mest yterik med hele 28 prosent høyere avling enn målesorten Credit som er den minst yterike av alle sortene. Prisma har også gitt høyest oljeavling med 138 kg pr dekar. Forsøkene viser at oljeinnholdet i høstrybs i gjennomsnitt har ligget 2,5 prosentenheter lavere enn i høstraps. Den beste høstrapsorten i disse forsøkene har gitt 84 kg (60 %) høyere oljeavling enn den beste rybsorten. Det er stort sett bra samsvar mellom forsøksresultatene på Østlandet og i Midt-Norge. Avlingsnivået ligger

Tabell 1. Forsøk med høstraps- og høstrybssorter, Østlandet og Midt-Norge 2007-2009. Resultater for et utvalg av sortene som var med i forsøkene. M=målesort

	Kg frø/dekar (8 % vann) og relativ avling (i parentes)				Andre karakterer. Østlandet + Midt-Norge			
	Østlandet + Midt-Norge	Østlandet	Midt- Norge	Vann% v/høst	Overvitr. %	Legde % seint	Olje- innh. % i TS	Oljeavling kg/daa og rel.
Høstraps:								
Banjo (M)	437 (100)	405 (100)	515 (100)	14,4	86	8	47,8	193 (100)
PR46W15	469 (107)	430 (106)	560 (109)	16,9	89	11	50,6	222 (115)
Tosca	311 (71)	299 (74)	341 (66)	15,6	86	9	45,8	132 (68)
Antall felt	7	5	2	7	5	3	7	7
LSD 5%	32	35	80	2,3	i.s.	i.s.	0,9	16
Høstrybs:								
Credit (M)	256 (100)	218 (100)	332 (100)	13,9	84	48	46,1	107 (100)
Prisma	328 (128)	282 (129)	420 (127)	14,7	96	42	45,8	138 (129)
Antall felt	6	4	2	6	4	2	6	6
LSD 5%	29	33	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	13

generelt over 100 kg høyere i Midt-Norge enn på Østlandet.

### Forsøk med såtider og såmengder

I de samme vekstsesongene ble det gjennomført forsøk med såtider og såmengder i 'Banjo' høstraps og 'Largo' høstrybs på forsøksstedene Vollebekk forsøksgård - UMB, Bioforsk Øst Apelsvoll og Bioforsk Midt-Norge Kvithamar. Forsøkene ble lagt opp som split-plot forsøk med tre gjentak, og med såtider på storruter og såmengder på småruter. I høstraps var det fire såtider (1., 10., 20. og 30. august) og to såmengder (60 og 90 spiredyktige frø per m<sup>2</sup>). I høstrybs var det tre såtider (10., 20. og 30. august) og to såmengder (170 og 220 spiredyktige frø per m<sup>2</sup>). Vanskelige etablerings- og overvintringsforhold på en del av lokalitetene i enkelte av vekstsesongene, gjør at det bare er resultater fra 4 rapsforsøk og 5 rybsforsøk. Resultatene varierer også fra felt til felt og mellom år, men totalt sett har en oppnådd det beste avlingsresultatet både når det gjelder frøavling og oljeavling ved å så høstrapsen før 20. august på Østlandet og før 10. august i Midt-Norge. En har gjennomgående oppnådd en viss avlingsøkning fra laveste til høyeste såmengde, særlig i Midt-Norge. Resultatene for høstrybs viser at en har oppnådd en viss avlingsøkning helt fram til siste såtid på Vollebekk. I Midt-Norge har en fått høyest avling ved å så før 10. august. Såtid og såmengde har ikke hatt noen sikker effekt på oljeinnholdet i frøet, verken for raps eller rybs.

### Forsøk med radavstander og drilldyrking

I samme periode ble det anlagt forsøk med radavstander og drilldyrking i 'Banjo' høstraps og 'Largo' høstrybs. Disse forsøkene lå bare på lokalitetene Vollebekk forsøksgård - UMB og Bioforsk Øst Apelsvoll. Forsøkene ble anlagt med tre gjentak etter forsøksplanen i tabell 2.

Tabell 2. Forsøk med radavstander og drilldyrking på Vollebekk og Apelsvoll i vekstsesongene 2007-09

Ledd nr.	Ved såing		Senhøstes
	Flatt land/ drill	Radavstand cm	
1	Flatt land	12,5	
2	Flatt land	25	
3	Flatt land	50	
4	Flatt land	50	Hypping
5	Drill	50	
6	Drill	50	Hypping

Også i disse forsøkene hadde en til dels vanskelige etablerings- og overvintringsforhold enkelte år. Det er derfor resultater bare fra 3 forsøk i høstraps og 3 i høstrybs. En har ikke fått noen sikker effekt på avlingsnivået ved å øke radavstanden utover 12 cm, men det er en viss tendens til at minste radavstand gir best avling i raps. I og med at det er brukt samme såmengde per dekar for alle radavstander, kan plante-tettheten i raden bli høyere enn optimalt ved største radavstand. Effekten av drilldyrking og hypping varierer mye fra felt til felt og fra år til år. Det er særlig ved langvarig isdekke at en har fått avlingsøkning for drilldyrking i forhold til dyrking på flatt land. Effekten av hypping sent på høsten er avhengig av jordas beskaffenhet. Ved svært fuktige jordforhold, kan hypping gjøre mer skade enn nytte.

### Oppsummering

- En av hovedutfordringene for å lykkes med dyrking av høstoljevekstene er å ha gode nok forhold for såing og planteutvikling i etableringsåret. Det ser ut til at temperaturer 2-3 °C over normalen i august-oktober er gunstig.
- Høstraps bør såes før 20. august på Sør-Østlandet og før 10. august i indre strøk. Såing av høstrybs kan utsettes til henholdsvis 30. og 20. august i de samme områdene. I Midt-Norge bør høstoljevekstene generelt såes før 10. august.
- Såmengdene bør være 80-100 spiredyktige frø/m<sup>2</sup> (ca. 400 g/daa) for høstraps og ca. 170 spiredyktige frø per m<sup>2</sup> (ca. 500 g/daa) for høstrybs på Sør-Østlandet. Såmengden kan økes litt nordover.
- Drilldyrking ser ikke ut til å påvirke vekstforholdene i så stor grad at det har betydning for planteutvikling eller overvintringsevne bortsett fra i år med spesielle overvintringsproblem.
- Ved dyrking på flatt land kan radavstanden variere fra 12-50 cm uten at det gir noen sikker effekt på avlingsnivået.
- Sortsforsøkene viser at det finnes både høstraps- og høstrybssorter som gir klart høyere frø- og oljeavling pr dekar enn de sortene som i dag tilbys dyrkerne. Om mulig bør disse sortene gjøres tilgjengelig for det norske markedet.

Mer utfyllende resultater for disse forsøkene finnes i Jord- og plantekultur 2010.



# Tolerance of winter canola to frost and ice encasement

Tolerance of winter canola to frost and ice encasement is essential for winter survival in Norway. Preliminary data suggests that *B. napus* is more tolerant to frost and ice encasement than *B. rapa*.

Wendy Waaalen  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
wendy.waaalen@bioforsk.no

## Background

Increasing oilseed acreage in Norway is of interest due to the market demand for oil and meal, but also as an option to diversify crop rotations. Spring canola dominates oilseed acreage to date, but winter canola offers large yield advantages in comparison. Winter canola could potentially be grown on 26,000 ha in areas surrounding the Oslo fjord, lake Mjøsa and in Trøndelag, but winter survival is one of the major constraints to the expansion of winter oilseed acreage (Abrahamsen *et al.* 2005). Winter survival is a complex trait, as it encompasses tolerance to frost, ice, diseases, desiccation and soil heaving (Levitt 1956). Winter conditions vary dramatically between years, locations and also from early winter to late winter. In addition the plants tolerance to these stress factors decreases as resources become depleted throughout the winter (Gusta *et al.* 1982). Snow cover, which acts as an insulator, is often void or not reliable in areas surrounding the Oslo fjord and plants can be exposed and vulnerable to cold temperatures. In other areas snow cover is more common, yet as melting periods occur in late winter, a layer of ice can build up under the snow. The complexities of winter survival must be considered when designing experiments and analyzing results. Frost tolerance is often tested by subjecting plants to different freezing temperatures for a short period of time. This does not necessarily represent the low temperature stress experienced by the plant during the winter, as low temperatures can persist for long periods of time. As such, we have designed two experiments that investigate frost tolerance of *Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg. and *Brassica rapa* L. var. *oleifera* Sinsk. with 1) a short freeze LT50 (lethal temperature) test and 2) a long term LD50 (lethal duration) freeze test. Tolerance of winter canola to frost and ice encasement is essential for winter

survival in Norway, and is therefore the focus of this presentation.

## Materials and Methods

Seven *B. napus* cultivars and three *B. rapa* cultivars were seeded on August 14<sup>th</sup> in 15cm pots. The pots, which were thinned to 5 plants per pot, were placed outdoors and allowed to harden under natural fall conditions in Saskatoon, Canada (52° 07'N 106° 39'W). On October 26<sup>th</sup>, approximately 10 weeks after seeding, the following tests were initiated:

1. Lethal temperature (LT50) freeze test: Plants were subjected to the following temperatures: +5, -5, -10, -13, -16, -19, -22°C. The rate of cooling in the freezing chamber was 2°C per hour. Once the test temperature was reached the pots were removed and allowed to thaw overnight at 7°C. Pots were then placed in a greenhouse (22/20°C d/n, 18 hour days). The number of plants surviving, survival rating, shoot dry weight and root development were recorded after three weeks in the greenhouse.
2. Lethal duration (LD50) freeze test: Plants were subjected to -8°C for varying lengths of time, from 0 to 24 days. Following freezing the pots were thawed overnight at 7°C. The pots were then placed in a greenhouse under the same growing conditions as above. The number of plants surviving, shoot dry weight and root development were recorded after three weeks in the greenhouse.
3. Ice encasement test: Details of this experiment will be given at the conference.

## Preliminary Results and Discussion

Figure 1 shows that the shoot dry weight of *B. rapa*, expressed as a percentage of the control, was higher than *B. napus* shoot dry weight, indicating less

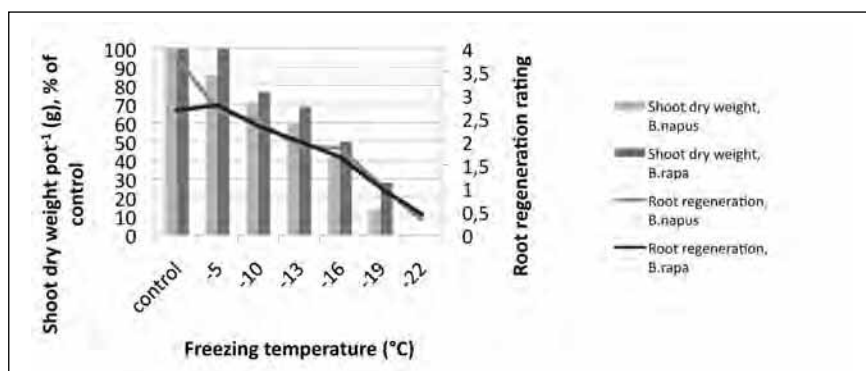


Figure 1. Shoot dry weight pot<sup>-1</sup>, expressed as a percentage of the control, and root regeneration rating of *B. napus* and *B. rapa* following freezing at 2 °C hour<sup>-1</sup> (LT50 test).

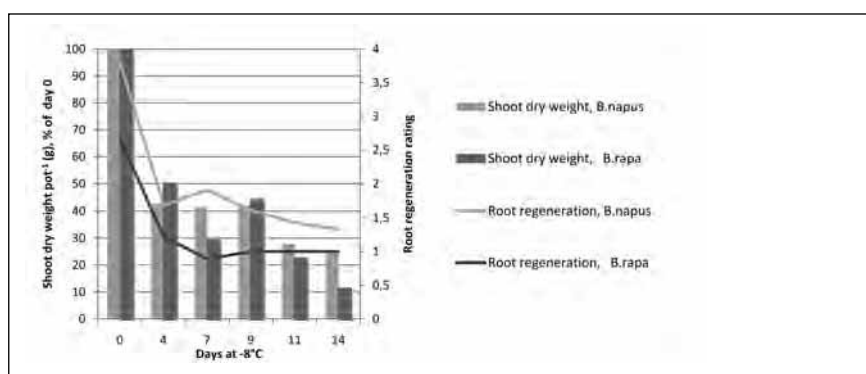


Figure 2. Shoot dry weight pot<sup>-1</sup>, expressed as a percentage of the control, and root regeneration rating of *B. napus* and *B. rapa* held at -8 °C for up to 14 days (LD50 test).

freezing injury in *B. rapa*. No differences in root regeneration were detected between the two species. The temperature where 50 % of the plants died (LT50) for *B. napus* was -18 °C and -20 °C for *B. rapa* (data not shown).

Figure 2 shows, in contrast to figure 1, that *B. napus* has higher shoot dry weights than *B. rapa*, as well as more root regeneration following freezing. The lethal duration (LD50) where 50 % of the plants died was 9 days for *B. rapa* and 11 days for *B. napus* (data not shown).

The growing point of *B. rapa* is at or just below the soil level, in contrast to the growing point of *B. napus* which is above the soil level. Therefore in the LT50 freezing test, the growing point of *B. rapa* may have been protected somewhat by the soil, resulting in less injury than in *B. napus*. However, when subjected to low temperatures (-8 °C) over a longer period, *B. rapa* performance was poorer than *B. napus*. In contrast to *B. rapa*, *B. napus* has a much more waxy leaf cuticle and more root regeneration following freezing. These characteristics have been previously shown to

be beneficial for freezing tolerance in other species (Levitt 1980).

## Conclusions

Our investigations show that long term freezing tests (LD50) of winter canola may be more informative than short term freezing tests (LT50). Preliminary data suggests that *B. napus* is more tolerant to frost and ice encasement than *B. rapa*. Poor root regeneration restricts shoot regrowth following freezing, and observations indicate that the root apical meristem is the most sensitive tissue to cold.

## References

- Abrahamsen, U., Åssveen, M., Uhlen, A. K., & Olberg, E. 2005. Dyrkings- og avlingspotensiale av rybs, raps og erter i Norge. In "Husdyrforsøksmøtet 2005" (E. K. Kaurstad, ed.).
- Gusta, L.V., Fowler, D.B. & Tyler, N.J. 1982. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In "Plant Cold Hardiness and Freezing Stress Mechanisms and Crop Implications Vol 2" (P.H. Li and A. Sakai, eds). Academic Press, NY. pp 23-40.
- Levitt, J. 1956. The Hardiness of Plants. Academic Press, NY.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. (Vol. 1 and 2) Academic Press, NY.

# Modellering av overvintringsskader og frosttoleranse i høsthvete

Høstveteplantenes evne til å tåle lav temperatur varierer gjennom høst og vinter. Med utgangspunkt i en kanadisk modell, ble modellen FROSTOL utviklet for å simulere daglig utvikling av frosttoleranse fra såing om høsten til vekststart våren etter. Modellen kan utgjøre et første skritt på veien mot en overvintringsmodell for høsthvete.

Anne Kari Bergjord  
Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar  
anne.kari.bergjord@bioforsk.no

I områder der vinterskader kan ha stor betydning for høstvetens vekst og yteevne i den påfølgende vekstsesongen, vil modeller som gjør det mulig å estimere grad av overvintring utgjøre et viktig tillegg til eksisterende plantevekstmodeller. Slike modeller vil gjøre det mulig å utføre risikoanalyser for overvintring og vekst av høsthvete både i nåværende og fremtidige dyrkingsområder og klima.

Overvintringsskader i høsthvete kan skyldes mange ulike faktorer. I arbeidet som presenteres her, har hovedfokuset vært vinterskader forårsaket av lav temperatur og hvordan plantenes evne til å tåle kulde varierer gjennom høst og vinter. En kanadisk modell som simulerer utvikling av frosttoleranse for høsthvete under kontinentale klimaforhold (Fowler *et al.* 1999), ble valgt som utgangspunkt for utvikling av en tilsvarende modell tilpasset et mer maritimt klima. Den nye modellen FROSTOL (Bergjord *et al.* 2008) simulerer daglig utvikling av frosttoleranse, uttrykt som  $LT_{50}$  (den temperaturen der 50 % av plantene blir drept), basert på følgende funksjon:

$$LT_{50t} = LT_{50t-1} - RATEH + RATED + RATES + RATER$$

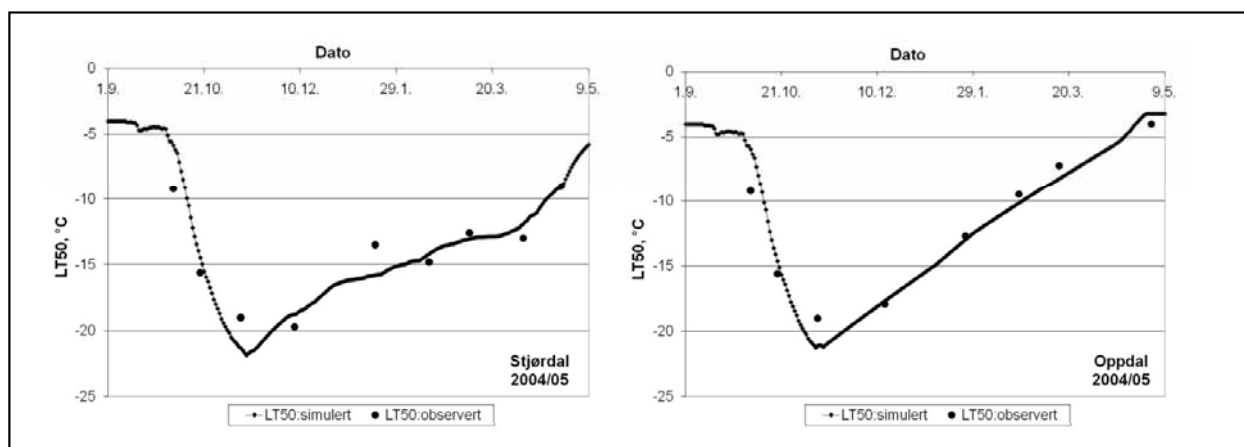
Plantenes frosttoleranse økes (går mot lavere temperaturer) gjennom herding (RATEH), og reduseres som følge av avherding (RATED) og/eller stress. To ulike stressfunksjoner er inkludert i modellen. Den ene stressfaktoren (RATES) forårsakes av temperaturer som blir så lave at de nærmer seg plantenes aktuelle grense for frosttoleranse. Den andre (RATER) er forbundet med forhold der jordtemperaturen ligger rundt 0 °C samtidig som bakken er dekket med snø. Plantenes respirasjon vil være høyere i telefri jord enn i frossen jord, og dersom et snødekke reduserer gassutvekslingen, vil det etter hvert kunne bli mer

eller mindre anaerobe forhold for plantene under snøen.

Hvor høy frosttoleranse høstveteplantene er i stand til å oppnå, er sortsavhengig. Evnen til å opprettholde en høy grad av frosttoleranse etter herding har imidlertid vist seg å være knyttet til plantenes fenologiske utvikling, ved at induksjonen av generativ fase medfører en nedregulering av plantenes frosttoleranse. Induksjon av generativ utvikling i høsthvete reguleres av plantenes vernaliseringskrav. I FROSTOL mister plantene sin evne til å herdes etter at vernaliseringskravet er oppfylt, og samtidig tillates avherding ved lavere temperaturer enn før vernaliseringskravet var oppfylt.

For å få data til kalibrering av modellen, ble to sorter av høsthvete, Bjørke og Portal, sådd i kasser ved Bioforsk Midt-Norge i Stjørdal høsten 2003 og 2004. Kassene stod ute i Stjørdal fram til midten av november slik at alle planter fikk like herdingsforhold. De ble deretter fordelt på tre ulike steder, Stjørdal, Selbu, og Oppdal, for å få ulike klimaforhold gjennom vinteren. Fra hvert av stedene ble det tatt inn planter med jevne mellomrom i perioden fra oktober/november til april/mai for testing av frosttoleranse. Jordtemperatur i 2 cm dybde (der plantenes vekstpunkt er) ble registrert gjennom vinteren både i enkelte plantekasser og i jorda rundt kassene. Snødybde ble målt manuelt minst en gang per uke.

Figur 1 viser simulert og observert frosttoleranse for planter av Bjørke høsthvete i Stjørdal og Oppdal vinteren 2004/05. Det var generelt god sammenheng mellom registrerte  $LT_{50}$ -verdier, og de som ble simulert ved bruk av FROSTOL. For hele datasettet, med



Figur 1. Simulert og observert frosttoleranse ( $LT_{50}$ ) hos Bjørke høsthvete i Stjørdal og Oppdal vinteren 2004/05. Alle planter stod i Stjørdal fram til 11. november.

to år, to sorter, og tre steder, lå korrelasjonskoeffisienten  $R^2$  på 0,84.

Testene av frosttoleranse viste at plantenes evne til å tåle lav temperatur økte raskt utover høsten. I følge simuleringene med FROSTOL skulle plantene nådd maksimum frosttoleranse i november, når vernaliseringskravet var fullført. Registrert frosttoleranse viste imidlertid at plantene fortsatte å herdes også utover dette tidspunktet og nådde sin maksimale frosttoleranse først i desember. Forklaringen til dette ligger nok i at den korte daglengden om vinteren forsinker den generative induksjonen som ellers ville ha funnet sted når vernaliseringskravet var fullført. Som en følge av dette, opprettholdes plantenes evne til å herdes litt lenger, og reduksjonen i frosttoleranse som følger generativ induksjon, forsinkes. Forsøk kan tyde på at kort daglengde (fravær av lang dag) kan forsinke generativ induksjon og den påfølgende reduksjonen i frosttoleranse med ca en måned etter fullført vernaliseringskrav (Bergjord *et al.* 2009). Vi vet imidlertid for lite om disse mekanismene ennå til å kunne utvikle funksjonelle sammenhenger mellom plantenes krav til vernalisering og daglengde, og deres generative induksjon og frosttoleranse.

Fra januar av begynte frosttoleransen å avta. Reduksjonsfarten syntes å være avhengig av de rådende temperatur- og snøforholdene på de ulike stedene og årene. Plantene i Oppdal vinteren 2004/05 mistet mye av sin frosttoleranse raskere enn plantene fra Stjørdal den samme vinteren (figur 1). Det samme var tilfellet med plantene fra Selbu 2004/05. Fellesnevneren for Selbu og Oppdal denne vinteren var et

veldig langvarig snødekke, kombinert med at jordtemperaturen lå rundt, eller like over 0 °C. Som en konsekvens av disse observasjonene, ble stressfaktoren RATER inkludert i modellen FROSTOL.

Modellen FROSTOL kan brukes til å estimere faren for overvintringsskader forårsaket av lav temperatur ved å sammenholde simulert utvikling av frosttoleranse med registrert temperatur i det øverste jordlaget (0-5 cm). Jo flere ganger temperaturen kommer lavere enn simulert frosttoleranse, dess større skadeomfang vil en kunne forvente i åkeren. Ved å bruke klimascenarier i stedet for registrert temperatur, vil en også kunne bruke modellen til å si noe om risiko for denne type vinterskader i et framtidig klima. Ettersom lav temperatur bare er én av flere årsaker til overvintringsskader i høsthvete, vil det være ønskelig å videreutvikle modellen til også å kunne simulere effekter av bl.a. isdekke og snømuggangrep. Kjøringer av FROSTOL mot registrert overvintring i finske sortsforsøk fra 1989/90-1991/92, indikerte at modellen fungerte relativt bra under forhold der lav temperatur var den avgjørende årsaken til skade.

## Referanser

- Bergjord, A.K., Bonesmo, H. & Skjelvåg, A.O. 2008. Modeling the course of frost tolerance in winter wheat I: Model development. *Eur. J. Agron.* 28:321-330.
- Bergjord, A.K., Bakken, A.K. & Skjelvåg, A.O. 2009. The relationship between frost tolerance and generative induction in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under field conditions. *Can. J. Plant Sci.* 89:1031-1039.
- Fowler, D.B., Limin, A.E. & Ritchie, J.T. 1999. Low-temperature tolerance in cereals: Model and genetic interpretation. *Crop Sci.* 39:626-633.

# Varierende virkning av ugrasmidler

Enhver kunne se at noe var galt med mange kornåkre på Østlandet utover mot skuronna i 2009. Tynne åkre overgrodd med blomstrende balderbrå og annet ugras tydet ikke godt og det viste seg at mange dyrkere fikk ned mot halvparten av normal kornavling. Ugraset var ikke primær-årsaken. Vi vil gå gjennom viktige årsaker til at ugrasbekjempelsen ikke alltid lykkes.

Kjell Wærnhus og Jan Netland  
Bioforsk Plantehele  
kjell.waernhus@bioforsk.no

## Vanlige årsaker til varierende virkning av ugrasmidler

Gode ugrasmidler er viktige for å få store og kvalitetsmessig gode avlinger i korndyrkinga. Virknings-tabeller viser hvilken effekt de ulike preparatene vil kunne gi. Noen ganger kan vi observere helt andre effekter enn det som står i tabellene. Virkningstabellene gir kun en gjennomsnittsverdi, denne verdien er i hovedsak basert på data fra feltforsøk, og disse resultatene viser at ugraseffekten kan variere mye fra forsøk til forsøk. Denne variasjonen har mange årsaker og de vanligste forklaringene er:

1. Det optimale sprøytetidspunktet mot frøugras i vårkorn er på 2-4 bladstadiet til kornet. Ugraset vil på dette tidspunktet kunne variere fra frøbladstadiet opp til minst 2 varige blad. Sprøyting tidligere enn dette kan medføre nyspiring av ugras, mens sein sprøyting medfører større og vanskeligere bekjempbare ugrasplanter. Ved vårsprøyting i høstkorn er det ofte kaldt og ugunstige vokseforhold ved tidlig sprøyting, mens sein sprøyting kan føre til for store ugrasplanter.
2. Konkurransen fra kornet er svært viktig i ugraskampen. I en tett og frodig åker vil ugras som ikke er helt drept etter sprøyting etter hvert bli utkonkurrert av kornet og visne hen, mens i et glissent kornbestand vil slike skada planter få vann, lys og næring nok til å fortsette å vokse utover sommeren.
3. Ugrasplanter i god vekst med god tilgang på vann og næring og med saftspente blad under sprøytinga gir muligheter for god ugrasvirkning. Dårlige vokseforhold som, for tørt, for vått, for varmt (sjelden på våre breddegrader) og for kaldt gir dårligere ugrasvirkning.
4. Temperatur under og rundt sprøytetidspunktet har, spesielt for de vanlige ugrasmidlene i korn, Ariane

S og Starane 180 stor betydning. Det frarådes å sprøyte ved temperatur under 10 °C. Sprøyting under slike forhold både i forsøk og i praksis er likevel ikke uvanlig under våre forhold langt mot nord.

5. Preparatdosen har selvsagt betydning for sprøyte-resultatet. Avvik fra ønsket dose forekommer som avdrift når sprøytingen blir utført når det er vind og som avrenning når det kommer regn kort tid etter sprøyting. Dårlig kalibrerte sprøyter kan også medføre avvik fra ønsket dose. I feltforsøk, hvor det brukes ryggsprøyter, tillates et avvik på +/- 10 % fra ønsket dose.

Alle disse faktorene kan spille mot eller med hverandre og forårsake store forskjeller og resultatet av behandlingen kan dermed variere mye både i praksis og i feltforsøk.

## Varierende ugrasvirkning mellom nærstående arter?

Ofte kan vi forklare avvikene i sprøyteeffekten med faktorer som er nevnt, men ikke alltid. Vi veit at det er stor forskjell mellom ulike ugrasslekters evne til å tåle et ugrasmiddel, men vi tar gjerne for gitt at nærstående ugrasarter innen samme slekt reagerer likt.

På sprøytetadiet, når ugrasplantene er fra frøblad til 2-4 bladstadiet er det umulig å skille mellom nærstående arter innen noen slekter, også seinere i sesongen kan det være vanskelig med korrekt artsbestemmelse. Det har derfor, både i feltforsøk og ugrasveiledningen generelt, vært vanlig å slå sammen nært beslekta ugrasarter.

Noen arter i Lamium-slekta kalles rødtvetann, men vi veit at disse ofte kan være fliktvetann eller vranget-

vetann. I Galeopsis-slekta er det 3 då-arter som er vanlig i norske åkre. Likedan i Persicaria-slekta, hvor 3 ulike hønsegrasarter blir behandlet som hønsegras. I Galium-slekta er det 2 arter som kan forveksles, i tillegg er det uklart om ikke enkelte populasjoner av klengemaure også kan være vinterrettårig. Det er også mulig med forveksling mellom kamilleblom som er vanlig i sørlige deler av landet og balderbrå. Også tunbalderbrå kan forveksles med disse ved vårsprøyting i høstkorn.

Det er rimelig å anta at det er en viss variasjon mellom nærstående arters evne til å tåle ulike ugrasmidler. Dette er imidlertid lite undersøkt bortsett fra at det er godt kjent at kamilleblom er mye vanskeligere å bekjempe enn balderbrå.

### Variasjon mellom forskjellige ugraspopulasjoner innen samme art

Ved å samle frø fra ulike ugraspopulasjoner og dyrke disse under kontrollerte og like forhold i veksthus kan vi eliminere alle faktorer som nevnt over. Behandling med ulike ugrasmidler og doser vil kun vise forskjellen mellom de ulike populasjonene. Resistens mot SU-preparater er et stort problem i Norge og siden 2003 har Bioforsk Plantehelse totalt utført 12 tester av forskjellige populasjoner i en rekke ugrasarter. En rekke ugrasmidler har vært med i testene, men Express og Ariane S har vært med i alle. Det er testa 15 vassarve-, 12 balderbrå- og 11 stivdyllepopulasjoner. Også flere populasjoner av meldestokk, linbendel, då og rødt hønsegras er testa. Resistens eller sterk grad av toleranse mot SU-preparater er funnet i alle artene. I siste test i 2009 er SU-resistens i 3 nye populasjoner av balderbrå og 4 i stivdylle påvist.

Testene gir også andre interessante resultater. Behandlinger med Ariane S viser også forskjeller i ugrasvirkningen for ulike populasjoner av samme art. Riktignok ikke så klare som for Express, men også for Ariane S er forskjellene i flere tilfelle statistisk sikre. Det er her ikke snakk om resistens, men kanskje svak til midlere grad av toleranse. Også på ubehandla planter er det klare forskjeller mellom populasjoner innen samme art, også her flere statistisk sikre. Spirehastighet og veksthastighet varierer mellom ulike populasjoner og de individene som klarer å bli størst ved sprøytetidspunktet vil ha en klar fordel framfor sine mindre søstre. Dette er gammel lærdom. I fjor var det stort jubileumsår for å feire Charles Darwin. Blant hans mange store bidrag til biologien,

er påpekningen av at stor variasjon innen en art er en av dens suksesskriterier og at de til enhver tid best tilpassa individene har størst sjanse til å overleve og til å formere seg.

### Konklusjon - Praktiske tiltak

Naturlig seleksjon av vanskelig bekjempbare individ innen populasjoner ved ensidig bruk av ugrasmidler med samme virkningsmekanisme er reelt. Problemet er klart størst og økende for SU-preparater. Skifte til preparater med annen virkningsmekanisme er helt nødvendig for å kunne beholde SU-gruppen som virkningsfulle ugrasmidler. Dersom det er mistanke om resistens må ikke SU-preparater brukes eller i det minste blandes med en effektiv resistensbryter for den eller de aktuelle artene. For å forebygge bør det i 2 av 5 år sprøytes med et ikke SU-preparat. Dette er særlig viktig på skifter med mye ugras eller ved flere års redusert jordarbeiding. I Vips-Ugras kan en finne de beste resistensbryterne for de aktuelle artene.

Variasjon i ugrasvirkning mellom nært beslektede ugrasarter og mellom ulike populasjoner innen samme art er lite studert og spiller sannsynligvis større rolle enn antatt. Full oversikt over dette komplekset kan vi aldri få, antall populasjoner er tilnærmet uendelig!

Variierende virkning innen samme ugrasart med tildels store forskjeller er normalt. Dette gir utfordringer i ugraskampen, både i forskning og i veiledningen.

Veiledning og vurdering av ugrasvirkning basert på få observasjoner/forsøk kan gi skeive, noen ganger helt feil råd. For den praktiske dyrker er ett gammelt råd fortsatt viktig: Bonde, kjenn din åker og ditt ugras!

### Referanser

- Fykse, H. 2004. Resistens mot herbicid. Grønn kunnskap 8(2):347-357.
- Wærnhus, K. 2005. Nye tilfeller av sulfonylura resistent vassarve i korn. Grønn kunnskap 9(2):53-55
- Dalen, O.S & Stabbetorp, B. 2005. Gir avgiftssystemet på plantevernmidler økt fare for utvikling av resistens. Grønn kunnskap 9(2):45-52.
- Wærnhus, K & Netland, J. 2007. Økende omfang av resistens mot sulfonylurea ugrasmidler. Bioforsk FOKUS 2(1):58-59.

# Spillfrø i vårrybs

Store høstetap og fare for utvikling av frøhvile gjør oljevekster til potensielle ugras i mange år etter at de har vært dyrket. Dersom frø av vårrybs harves inn i fuktig jord kan en lure frøene til å spire om høsten. I etterfølgende kulturer er det visse muligheter for mekanisk bekjemping. Sorter med minst mulig potensial for utvikling av frøhvile bør velges i økologisk dyrking.

Kirsten Semb Tørresen<sup>1</sup> og Unni Abrahamsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Bioforsk Øst, Apelsvoll

kirsten.torresen@bioforsk.no

## Innledning

Dyrking av mer oljevekster er ønskelig i økologisk landbruk både til fôr og matolje. Vårrybs er den av oljevekstartene som har størst dyrkingspotensial i Norge. En av flaskehalsene ved oljefrøproduksjon er ugrasproblem som spillfrø kan skape i etterfølgende kulturer. Mange utenlandske undersøkelser har studert effekter av spillfrø i høstraps, som er mest dyrket sørover i Europa. Årsaker til spillfrøproblemerne er store høstetap, mange ganger vanlig såmengde av oljevekster, og at frøene under spesielle forhold kan utvikle sekundær frøhvile og derved holde seg levedyktige i jorda i mange år. Høstraps blir høstet mye tidligere enn våroljevekster. Dersom frøene blir harvet inn i jorda under tørre forhold kan disse utvikle sekundær frøhvile. Venter en med å harve i noen uker forhindrer det imidlertid at frøene går inn i frøhvile (Pekrun *et al.*, 1998, Gruber *et al.*, 2005). Spillfrøproblematikk i vårrybs er lite undersøkt. I prosjektet "Økoprotein og matolje" (2006-2010) har vi sett på hvordan problemer med spillfrø av vårrybs kan minimeres ved å harve om høsten eller bekjempes i etterfølgende kultur (vårkorn). Vi har også studert i laboratoriet hvilke faktorer som gir frøhvile i vårrybs. Foreløpige resultater presenteres her.

## Materialer og metoder

### Feltforsøk med harving om høsten

Totalt fire feltforsøk ble anlagt i 2006 og 2007 på Apelsvoll og Ås. For å simulere høstetap ble 4-5 kg pr. daa nyhøsta frø av vårrybssorten Valo (2006) eller Petita (2007) sådd på feltene få dager etter høsting. Harving 1 gang med Feraboli rotorharv til 5 cm dyp ble utført (1) 0 uker, (2) 2 uker, (3) 4 uker, og (4) 0+2+4 uker etter såing av rybs, samt (5) ingen harving. Ledd 1-4 ble pløyd seint om høsten, mens

ledd 5 ble vårpløyd året etter. Jordfuktighet ved harving og antall spirte rybs før hver jordarbeiding ble registrert. Frøbankanalyser ble foretatt ved våronn og antall spirte rybsplanter ble registrert og fjernet i feltene i to etterfølgende år i vårkorn.

### Feltforsøk med mekanisk bekjemping i etterfølgende kultur (vårkorn)

Fire feltforsøk ble anlagt i 2008 og 2009 på Apelsvoll og Ås, i vårkorn med ulike mekaniske behandlinger. Tidlig (blindharving, kornet 0-1 blad) og/eller sein (kornet 3-4 blad) ugrasharving, radrensing 2 ganger (kornet 3-4 blad + synlig flaggblad), og falskt såbed (harving ved vanlig såtid + ny harving m/såing av vårkorn 7-14 dager etter 1. harving) med eller uten blindharving ble utført på feltene, i tillegg til ubehandla kontroll. Ugrasharving ble utført med Einböck langtindharv, kjørehastighet 10-12 km/t og 2-2,5 cm dypt. Radrensing ble utført med håndholdt hjulhakke med 20 cm bredt gåsefotkjær, 2-3 cm dypt på ruter med 25 cm radavstand.

### Laboratorieforsøk

Hvilke faktorer som gir sekundær frøhvile i vårrybs ble undersøkt i laboratoriet i perioden 2006-2009. 100 frø ble lagt ut i 9 cm Petriskåler med dobbelt lag filterpapir fuktet med enten polyetylen glykol (=tørt) eller dobbeldestillert vann (=fuktig) og ble utsatt for ulik konstant temperatur (6, 12, 20 °C) og lysforhold (mørkt eller lyst hele tida). Alle behandlinger ble utført på nyhøsta vare av vårrybssorten Valo. For enkelte behandlinger ble nyhøsta vare av vårrybssortene Petita og Kulda, og høstrapsorten Banjo brukt, samt frø av 'Petita' drysset før høsting og ett års lagra vare av 'Petita' eller 'Valo'. Etter 14 eller 28 dager med behandlinger ble skålene satt under spireforhold i 14 dager (20 °C, mørkt, fuktig). Frø som ikke spirte her

ble satt ved 5 dagers kjøling etterfulgt av 14 dager ved 20 °C under lyse og fuktige forhold for å bryte evt. frøhvile. Spirte frø ble telt og fjernet i forsøksperioden. Behandlingene ble gjentatt to ganger i tid (=år).

## Resultater og diskusjon

### Feltforsøk med harving om høsten

Jordfuktigheten var 19-30 % ved hver harving på de 4 feltene - altså relativt fuktig. Harving umiddelbart etter såing ga den største oppspiringa om høsten, og utgjorde 31-56 % av utsådd rybs. Ved seinere harvinger spirte noe både før og etter harving, mer i 2006 enn i 2007, og mer på Apelsvoll enn på Ås. Det siste kan forklares ved at det var lettere jord på Apelsvoll enn på Ås.

Svært få frø ble registrert i frøbanken og noen få spirte rybsplanter ble registrert i feltene i to etterfølgende år i vårkorn.

Selv om en god del frø spirer etter harving umiddelbart etter såing av vårrybs (dvs. umiddelbart etter høsting av rybs) er det fortsatt en del en ikke får registrert og som kan ha potensial som ugras i seinere år. Frøene kan bli tapt ved at de spirer uten at de kommer opp til overflata, de blir spist av nyttedyr som fugler, snegler, insekter og smågnagere, eller angripes av mikroorganismer. Det ble observert en del fugler (duer) på feltene som trolig spiste en del frø.

### Feltforsøk med mekanisk bekjemping i etterfølgende kultur (vårkorn)

Effekt av blindharving, ugrasharving, radrensing, og falskt såbed, eventuelt kombinert med blindharving, varierte mellom feltene. Radrensing reduserte dekning av vårrybs ofte med over 50 %, men ikke alltid antall vårrybs, trolig pga. nyspiring etter mekanisk bekjemping. Blindharving reduserte antall vårrybs ved tørre forhold, men reduksjonen var maksimalt på 50 %, oftest mindre. Blindharvinga ble trolig utført for seint i disse forsøkene (kornet 1 blad og synlig oppspirt rybs). Treffer en mer nøyaktig i spiringsfasen til rybsen kan en trolig oppnå bedre effekter som for eksempel Lundkvist (2009) oppnådde for en liknende art, åkersennep, i 1 av 2 forsøk. Effekten av ugrasharving ved 3-4 bladstadiet og effekten av falskt såbed var minimale på vårrybs. En bør også ta hensyn til effekt på andre ugras og da var ugrasharving ved 3-4 bladstadiet til kornet mer gunstig. Nedbør etter jordarbeiding kan føre til mer oppspiring. Andre

etterfølgende kulturer enn vårkorn gir andre muligheter for bekjemping.

### Laboratorieforsøk

Ved mørke og fuktige forhold spirte de fleste frø, mens tørre og mørke forhold ga en del frø med frøhvile uavhengig av temperatur. Dette samsvarer med studier i høstraps (Pekrun *et al.*, 1998, Gruber *et al.* 2005). Mørke og tørre forhold kan en få dersom frøene harves ned i tørr jord. Vårrybs høstes seinere enn høstraps og ofte er det da fuktigere forhold. En del frøhvile ga også behandlingen med 12 °C, lys og fuktige forhold. Dette kan sammenliknes med frø som ligger på jordoverflata ved typiske temperatur- og fuktighetsforhold om høsten. Dette indikerer at dersom det er fuktig bør frøene harves ned for å forhindre utvikling av frøhvile. Utvikling av frøhvile varierte mellom sorter og år. 'Petita' fikk mindre frøhvile enn 'Valo' i begge år, mens i 'Kulta' og høstrapsorten Banjo varierte dette med år. Ut i fra disse forsøkene er kanskje sorten Petita å foretrekke i økologisk dyrking. Helst bør dette testes i felt og i framtida bør også nye sorter testes for utvikling av frøhvile.

### Konklusjon

For å få til mest mulig spiring av spillfrø fra vårrybs om høsten var det effektivt å harve umiddelbart etter høsting når det var fuktig i jorda. Forsøk i laboratoriet indikerer at ved harving under tørre forhold så er det fare for utvikling av frøhvile. Sorter med minst mulig potensial for utvikling av frøhvile bør velges i økologisk dyrking. Ut i fra labforsøk var 'Petita' mest lovende i så henseende. For å bekjempe vårrybs i korn som etterfølgende kultur, kan blindharving under tørre forhold ha en viss effekt, men mest effektiv var radrensing.

### Referanser

- Gruber, S., Pekrun, C. & Claupein, W. 2005. Life cycle and potential gene flow of volunteer oilseed rape in different tillage systems. *Weed Research* 45:83-93.
- Lundkvist, A. 2009. Effects of pre- and post-emergence weed harrowing on annual weeds in peas and spring cereals. *Weed Research* 49:409-416.
- Pekrun, C., Hewitt, J.D.J. & Lutman, P.J.W. 1998. Cultural control of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 130:155-163.



# Occurrence and significance of leaf spot diseases in wheat

Severity of leaf blotch epidemics varies annually and locally. Disease assessments between Z70 and Z85 are highly variable due to exponential increase of severity and do not consistently predict impact on yield quality and quantity.

Andrea Ficke  
Bioforsk Plantehelse  
andrea.ficke@bioforsk.no

Leaf blotch of spring and winter wheat in Norway has been dominated by glume and leaf blotch, caused by *Phaeosphaeria nodorum* (anamorph: *Stagonospora nodorum*, syn. *Septoria nodorum*), but in recent years septoria leaf blotch caused by *Mycosphaerella graminicola* (anamorph: *Septoria tritici*) is increasing in some parts of the Norwegian wheat growing region. Leaf blotch on wheat is recognized by irregular, elongated brown leaf lesions. Microscopic investigation is usually necessary to determine which of the two pathogens is present on the leaf. Both diseases can significantly reduce yield; glume blotch can also reduce yield quality and is known to contaminate seed lots in Norway. Barley, rye and grasses are also susceptible to *S. nodorum* and *S. tritici*, though secondary sporulation is restricted.

Both diseases can overwinter as asexual conidia in pycnidia on plant debris in the field, as sexual ascospo-

res in pseudothecia or as mycelium in living plants. Conidia are known to spread the disease rapidly over short distances from leaf to leaf with rain splash, whereas ascospores are windborne and can travel over long distances between fields. Start of the leaf blotch epidemics in winter wheat are modeled based on the start of the growing season in spring, when soil temperature passes 5 °C in spring wheat, the growing season is considered to start one week after sowing. Susceptible leaf tissue and viable disease inoculum in the field are assumed present in all years. The epidemic develops further depending on air temperature and amount of rainfall.

Analysis of leaf blotch severity at Apelsvoll at different Zadoks stages over the last 6 years showed an extended lag phase of disease development between possible infection at the unfolding of the first leaf (Z 11) and consistent presence of visible symptoms

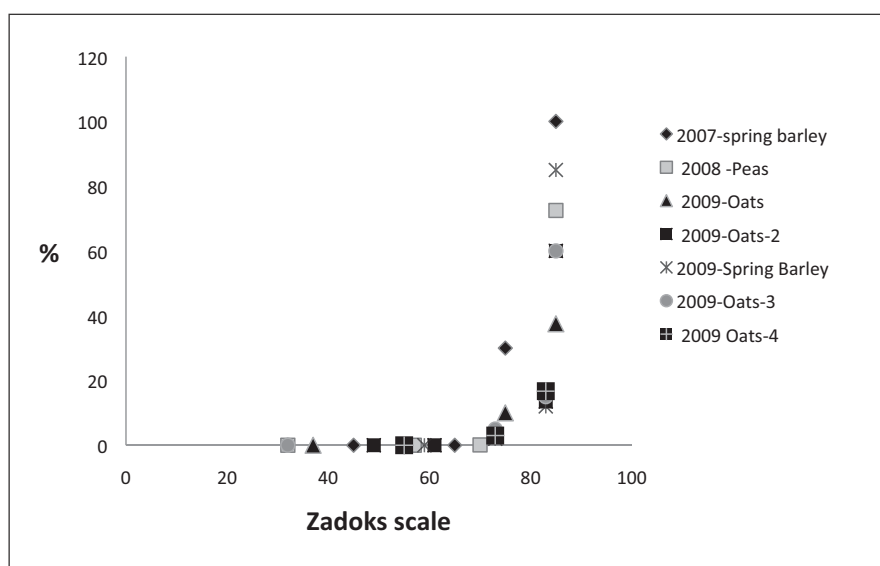


Figure 1. Leaf blotch severity on variety Bjarne at Apelsvoll after different rotational crops.

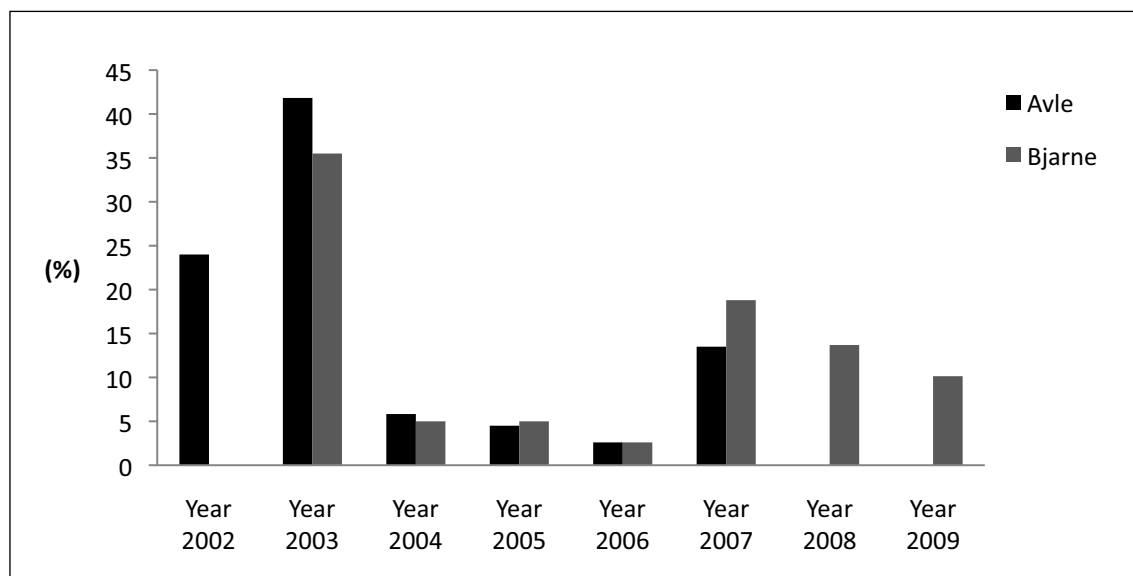


Figure 2. Leaf blotch severity on varieties Avle and Bjarne between 2002 and 2009. Averages were taken from one field in different counties per year. 2002 includes observations from Telmark, Romerike, and Hedmark, 2003 includes Vestfold, Romerike, and Hedmark, 2004 includes Vestfold, Romerike, and Hedmark; 2005 includes Apelsvoll and Østfold; 2006 includes Vestfold, Romerike, and Apelsvoll; 2007 includes Telmark, Vestfold, Romerike, Apelsvoll, and Hedmark; 2008 includes Vestfold, Romerike, Apelsvoll, and Østfold, and 2009 includes counties Vestfold, Romerike, Østfold, Apelsvoll, and Hedmark.

(Z 69) (figure 1). Leaf blotch severity develops exponentially between Z 69 and Z 85 (figure 1). The most common stage for disease assessment to estimate the effect of disease severity on grain yield is between Z 70 and Z 75, at which seed kernels are starting to rapidly accumulate dry matter. However, disease severity during these stages and up until Z 85 can increase exponentially (figure 1), making the relationship between disease severity and yield reduction very variable. Disease reduction at Z 70-75 was not consistently correlated with an increase in yield, when both parameters were studied on spring variety Bjarne at Apelsvoll, Vestfold, Østfold and Buskerud between 2003 and 2009. This could be due to yield limiting factors other than leaf blotch and/or to the dynamics of disease between Z 70 and Z 85.

Leaf blotch severity fluctuated annually over several locations (Romerike, Østfold, Vestfold, Apelsvoll, Telemark, and Hedmark), showing significantly higher

leaf blotch severity on spring wheat varieties Avle and Bjarne in year 2003 and 2007 than in year 2004, 2005, and 2006 (figure 2). Variation in leaf blotch severity was too high in year 2002, 2008 and 2009 to draw firm conclusion from those years. When examining leaf blotch severity in test fields of Avle and Bjarne at different locations during 2002 and 2009, we could identify the low leaf blotch location Østfold (under 10% leaf blotch in all years), medium leaf blotch locations such as Vestfold, Romerike, and Apelsvoll (between 5% and 30% leaf blotch), and the high leaf blotch location Hedmark and Telemark (between 0 and 65% leaf blotch). How these observations relate to weather conditions during the growing seasons, seed contamination and crop rotations will be further discussed during the presentation in February.

# Kvalitet - viktige egenskaper i foredlingsarbeidet av norsk vårhvete

God kvalitet har vært nødvendig for aksept i markedet for norskprodusert brødhvete. I arbeidet med utvalget av nye norske hvetesorter, legges det derfor stor vekt på bake-teknisk kvalitet og resistens mot værbeta kvalifisering. Den problematiske 2009-sesongen viser imidlertid at mye gjenstår før den norske brødhveten har en tilstrekkelig stabil kvalitet over år.

Jon Arne Dieseth  
Graminor AS  
jon.arne.dieseth@graminor.no

Fra slutten av 70-tallet begynte den norske vårhvete-dyrkinga å ta seg opp igjen, etter at den nesten helt hadde forsvunnet på 60-tallet. En forutsetning for aksept i markedet, var at den norske hveten kunne inngå i mjølblandingene som blei brukt rundt om i bakeriene, uten at baketeknikk eller brødkvalitet måtte forandres. I fravær av norsk hvete hadde norske bakere blitt vant til å bake av mjøl med en stor andel importert nordamerikansk hvete med sterk glutenkvalitet. Den stabilt sterke kvaliteten til den nordamerikanske brødhveten skyldes et samspill mellom dyrkingsklima og sortsegenskaper. Det er neppe mulig å produsere slike kvaliteter under våre relativt kjølige og fuktige modningsforhold. Likevel har målet i foredlingsarbeidet vært å få fram sorter med en kvalitet som kan erstatte mest mulig av den nordamerikanske sterke hveten i norske mjølblandinger. Sterk glutenkvalitet er også viktig når det bakes grove bakevarer.

Det er utvikla avanserte metoder for måling av bakekvalitet basert på baketester og måling av deigens viskoelastiske egenskaper. Fordi vi har et lite marked og begrensa resurser, har Graminor imidlertid vært nødt til å gjøre testinga av foredlingslinjenes bakekvaliteten enklest mulig. SDS-sedimentasjonstesten er basert på de store og uløselige glutenproteinenes evne til å sedimentere i en løsning av vann, melkesyre og kjemikaliet SDS. Mengden bunnfall (SDS-sedimentasjonsvolumet) vil variere etter proteininnhold og glutenproteinenes sammensetning og størrelse. SDS-volumet har vist en god sammenheng med brødvolum når det bakes med relativt kraftig elting, i hvert fall innen forsøkslokalitet og år.

Av dagens markedssorter har 'Bjarne', som er foredla i Norge, den sterkeste proteinkvaliteten. 'Zebra', som stammer fra Sverige, har ikke like sterkt gluten. Fra tabellen kan vi se at det aller meste av det norske vårhvetematerialet har en sterkere glutenkvalitet enn 'Zebra', og en betydelig del er like gode eller bedre enn 'Bjarne'. For at det skal være mulig med en høy andel norsk hvete i mjølblandingene, er det ønskelig at nye sorter har en glutenkvalitet på nivå med 'Bjarne' eller bedre. Slike sorter må antageligvis komme fra det norske materialet, da vi bare unntaksvis finner utenlandsk vårhvete tilpasset norske dyrkingsforhold med glutenkvalitet på høyde med 'Bjarne'.

I fuktig høstvær kan hveten begynne å gro i akset. Kvalitetsforringelsen skjer allerede da de stivelse-nedbrytende enzymene (amylasene) i kornet blir aktivert. Amylasene kan gi rask nedbrytning av stivelsen under seinere prosessering, og nedbrutt stivelse har dårlig forklistringsevne (evne til å binde vann under oppvarming). Det er store genetiske forskjeller i hvor lett spireprosessen startes av oppfukning om høsten, særlig hvis været i modningsfasen har vært kjølig. Falltallet er et anerkjent mål på mjølets innhold av amylaser og dermed for forklistringsevnen. Metoden er enkel og repeterbar. Ulempen er at man ikke får gode resultater hvert år. I sesonger med uproblematiske innhøstingsforhold vil alle genotyper ha god forklistringsevne, mens en kan risikere lågeste falltall i det meste av materialet i problematiske år. Det er lagt stor vekt på resistens mot groskader, både i den norske vårhveteforedlinga og i testinga av utenlandsk materiale. Sortene på det norske markedet er da også svært gode for denne egenskapen. Også mye av det norske foredlingsmaterialet har god aksgro-

Tabell 1. Resultater fra 4 år med kvalitetstester i Graminors foredlingsprogram for vårhvete. Materialet er norske (N) og utenlandske (U) linjer som prøves første år i forsøk med gjentak. For alle egenskapene er de målte verdiene for målestokkene Bjarne og Zebra og antallet av de nye foredlingslinjene som er bedre enn målestokkene angitt

År	Antall linjer		Målte verdier for målestokk		Antall linjer bedre enn målestokkene			
	N	U	Bjarne	Zebra	N	U	N	U
SDS -sedimentasjonsvolum								
2008*	210	60	86	64	38	0	183	38
2007**	147	64	78	66	43	1	115	15
2006**	147	62	90	71	32	1	132	36
2005**	126	63	79	65	44	6	100	40
Falltall								
2008*	210	60	245	282	113	47	65	9
2006**	147	62	279	309	85	3	44	1
2005**	126	63	379	255	18	0	64	9
Hektolitervekt								
2008*	210	60	72,7	76,1	189	53	63	18
2007**	147	64	79,4	82,3	123	53	15	9
2006**	147	62	79,6	80,7	112	30	68	17
2005**	126	63	77,6	81,4	102	52	18	6

\* Forsøkskorn fra Rød i Råde kommune, \*\*Forsøkskorn fra Bjørke i Hamar kommune

ingsresistens. Av tabellen kan vi se at få utenlandske linjer når målestokkenes standard i 2005 og 2006, mens mye av det norske materialet er på nivå med 'Bjarne' og 'Zebra'. I 2007 var det lite problemer med aksgroing. 2008 var en unormal sesong hvor strået brøyt sammen raskt etter modning. De seine linjene, inkludert de fleste utenlandske, klarte seg derfor forholdsvis bedre enn det norske materialet som inneholder mange tidlige linjer. Forskjellen mellom den tidlige sorten 'Bjarne' og den seinere sorten 'Zebra' har samme forklaring.

Mens det har skjedd en forbedring som følge av foredlingsarbeidet for bakekvalitet og falltallsstabilitet, er dette mer tvilsomt for den fysiske kornkvaliteten. Dårlig fylte korn har høgt skall/kjerne forhold, noe som fører til redusert mjølutbytte. Det vanligste målet for kornfylling og kornkvalitet er hektolitervekt (hlv). Får å øke kornavlinga har kornforedlerne manipulert med kornplantas vekstrytme og prioriteringer, slik at moderne sorter setter flere korn og har små reserver i strået. Bladsjukdommer og annet stress i kornfyllingsperioden vil redusere assimilattilgangen til korna. Hard seleksjon for høg hlv vil derfor være en indirekte seleksjon for bedre sjukdomsresistens og mot den uballansen i vekst og utvikling ensidig seleksjon for høg avling kan medføre.

Enkelte år ser vi store forskjeller mellom sorter og linjer i kornfylling og hlv. Som tabellen viser, har 'Zebra' ei høg hlv, mens 'Bjarne' kan få problematisk

låg hlv under vanskelige modningsforhold. Tabellen viser også at det er mange linjer med hlv på høyde med 'Zebra', både i det norske og det utenlandske materialet, og at svært få av de nye linjene har like låg hlv som 'Bjarne'. Mulighetene til å heve kvaliteten fra 'Bjarnes' nivå skulle altså være gode.

Norsk hveteproduksjon kan i gode år dekke over 80 % av det norske behovet av brødhvete. Det er et mål å foredle sorter med enda bedre bakekvalitet, slik at denne andelen kan heves ytterligere. Men en større utfordring blir det å øke stabiliteten og sikkerheten i produksjonen. Etter en vanskelig vekstsesong i 2009, er sjølforsyningsgraden helt nede mot 30 %. Gjennom deltakelse i pågående forskningsprosjekter håper vi å lære mere om hvordan klimaet påvirker bakekvaliteten. Målet er å finne genetiske forskjeller i klimaresponsen som kan brukes i foredlinga. Erfaringene fra siste sesong tilsier imidlertid at de største vanskelighetene med å produsere brødhvete av høg kvalitet i et varmere og våtere klima, kan komme på det phytosanitære området.

Heldigvis ser det ut til at ny teknologi vil gi oss noen nye hjelpemidler i foredlingsarbeidet. Stadig flere viktige gener kartlegges og kloner, og det utvikles markører til bruk i praktisk foredling. Fortsatt er teknikken med markørassistert seleksjon (MAS) kostbar i bruk. Men etter hvert som teknologien utvikles og blir billigere, og det blir markører tilgjengelig for flere egenskaper, vil dette bli et uvurderlig hjelpemiddel.

# Bruk av bygg i brød - erfaringer fra EU-prosjektet ”Barleybread”

I presentasjonen vil 2 ulike forskningsprosjekter bli presentert, et EU prosjekt ”Barleybread” og et KMB prosjekt ”Kvalitet til bygg og havre”. EU prosjektets mål var å lage en oppskrift på hvordan produsere et sunt byggbrød, rikt på fiber og som forbrukeren liker. KMB - prosjektets mål er å studere hvordan kvaliteten til av stivelse og fiber påvirkes av sortsvalg, klima og prosessering

Stefan Sahlstrøm  
Nofima Mat  
stefan.sahlstrom@nofima.no

EU prosjektet “European Guideline for healthy/high fiber low salt baking process based on the use of European Barley” eller som kortnavn ”Barleybread” var koordinert av Næringsmiddelbedriftenes landsforening (NBL) v/ Roald Gulbrandsen i samarbeide med Nofima Mat v/Sveinung Grimsby. Prosjektet hadde 14 deltagere fra England, Skottland, Tsjekkia, Spania, Estland, Tyrkia og Norge. Prosjektets hovedmål var å utvikle en “guideline” for bransjeorganisasjonene i EU for produksjon av et sunt byggbrød, rikt på fiber og med et redusert saltinnhold. Prosjektet hadde 3 delmål som var 1) å utvikle en mølleprosess som beholder mer en 75 % av helsekomponentene i bygg, 2) utvikle en bake prosess for brød med 60 % bygg og 0,4 % salt og 3) at forbrukerne i EU skulle like brødet. I dag blir mesteparten av all bygg som produseres i EU brukt til produksjon av fôr eller alkohol som øl og whiskey. I 2006 var forbruket av bygg i EU 0,8 kg/person og Norge 0,7 kg/person. Dette skal jevnføres med de Baltiske statene som har 2 - 5 ganger høyere konsumpsjon. Av de Nordiske lundene har Danmark lavest konsumpsjon med 0,5 kg/person og Sverige høyest konsumpsjon med 1,5 kg/person. Dette skal jevnføres med konsumpsjonen av hvete i EU som er 93,1 kg/person. Ved å innvilge dette prosjektet ønsker EU øke human konsumpsjonen av bygg. Resultatene fra ”Barleybread viser at det går fint å bake brød med 60 % bygg og forbrukerundersøkelsene som er gjennomført i Norge, Skottland og Estonia viser at forbrukerne liker å spise brød med mye bygg. Det er også forskjell mellom de ulike landene hvilke byggbrød som man liker best.

”Kvalitet til bygg og havre” er kortnavnet på det andre prosjektet med tittelen ” Polysakkarider i bygg og havre - tilpassing av produksjonen til mat og til

fôr”. Dette prosjektet er et KMB (Kompetanseprosjekt med Brukermedvirkning) prosjekt finansiert av Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter (FFL), Forskningsmidler fra jordbruksavtalen (JA) og ulike industriaktører som Norgesmøllene, Lantmännen Cerealia, Felleskjøpet Fôrutvikling, Graminor, Unikorn/Norgesfôr og Ottadalen Mølle. Prosjektet er et 4 - årig prosjekt med start i 2009.

Senere års forskning har vist at bygg og havre har fordelaktige ernæringsmessige egenskaper både til mat og til fôr. For å øke bruken av disse kornslagene i det norske kostholdet og skaffe mer kunnskap om kvaliteten til fôr, er det behov for mer kunnskap særlig om kvaliteten av fiber og stivelse i bygg og havre dyrket i forskjellig klima. I tillegg er det viktig å få klarlagt virkninger av fremtidige klimaendringer på kvaliteten av fiber og stivelse. Dette skal gjøres gjennom å 1) Dokumentere virkninger av genetiske og klimatiske parametre på kvaliteten av stivelse og fiber i råvaren, 2) Bestemme betydningen av ulik prosessering på stivelse og fiberkvalitet og 3) Implementere kunnskap om ernæringsmessige og teknologiske kvalitetsegenskaper i bygg og havre i verdikjeden. Klimaeffektene vil bli undersøkt under kontrollerte forhold i klimakammer og i plasttuneller, samt i feltforsøk i ulike klimatiske regioner. Kvalitetsanalysene for beta-glukan og fiber, bakeforsøk, fordøyelsesforsøk og fôringsforsøk med svin blir gjort på Nofima Mat, IFR, Norwich, England og ved Institutt for plante- og miljøvitenskap og Institutt for husdyr og akvakultur vitenskap, UMB. Prosjektet blir ledet av Bioforsk Øst Apelsvoll i nært samarbeid med Institutt for plante- og miljøvitenskap og Institutt for husdyr- og akvakultur vitenskap, UMB, og Nofima Mat.



# Prediksjon av avling og kvalitetsegenskaper i vårhvete ved hjelp av refleksjonsanalyse

Målinger av lysrefleksjonen hos vårhvete, målt enten på bakken eller fra fly, ble brukt til å predikere utvalgte avlings- og kvalitetsegenskaper. Ved hjelp av regresjonsmodeller (PPLS) var det mulig å predikere opptil 97 % av målt variasjon ( $R^2=0.97$ ). Resultatene viser teknikkens store potensial for prediksjon og overvåking av kornplanter.

Stein Ivar Øvergaard  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
stein.ivar.overgaard@bioforsk.no

## Innledning

Refleksjonsanalyse har blant annet blitt brukt til å predikere kornavling, overvåke nitrogenstatus i korn og prediksjon av proteininnhold i hvete. Et fagområde som har gjort seg nytte av dette er presisjonsjordbruk, og da spesielt innen stedsspesifikk gjødsling av hvete. I dette studiet er refleksjonsanalyse brukt til å predikere avlingsmengde og utvalgte kvalitetsvariabler i vårhvete. I tillegg er det gjort en sammenlignende studie av tre forskjellige instrumenter.

## Materiale og metoder

### Forsøk

Et eksisterende forsøk i vårhvete (Bjarne) på Apelsvoll ble brukt som studieobjekt for å samle inn data med tre forskjellige instrumenter for refleksjonsanalyse. Forsøket har 5 gjødslingsnivåer og 20 gjentak. Antall ruter er 160, inkludert kanter.

### Instrumenter

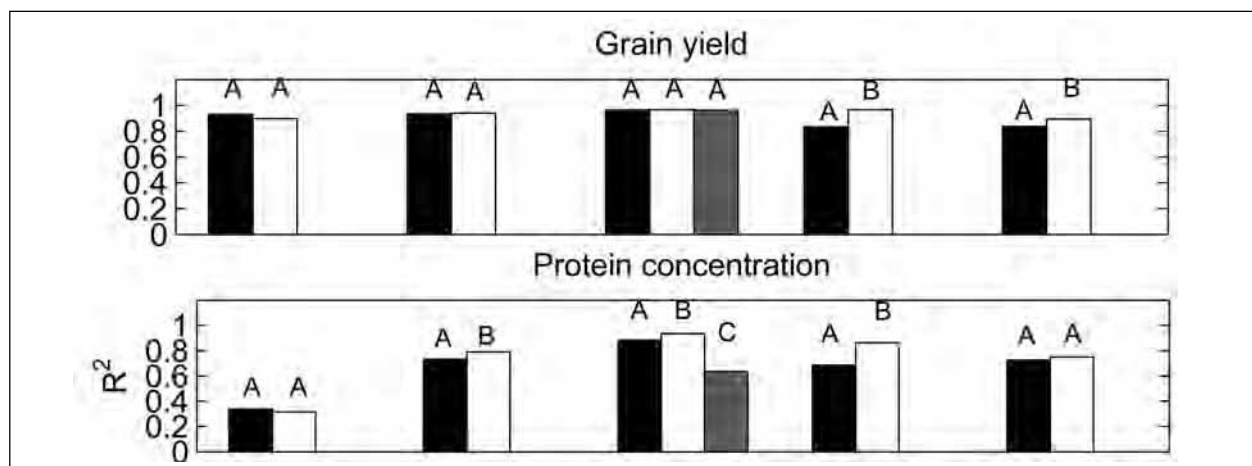
CropScan er et håndholdt, punktmålende instrument utstyrt med 13 kanaler. FieldSpec3 er også et håndholdt, punktmålende instrument, men med 2150 kanaler. HySpex er et hyperspektralt flykamera som normalt opereres fra ca. 1000 m flyhøyde og har 160 kanaler.

### Målinger

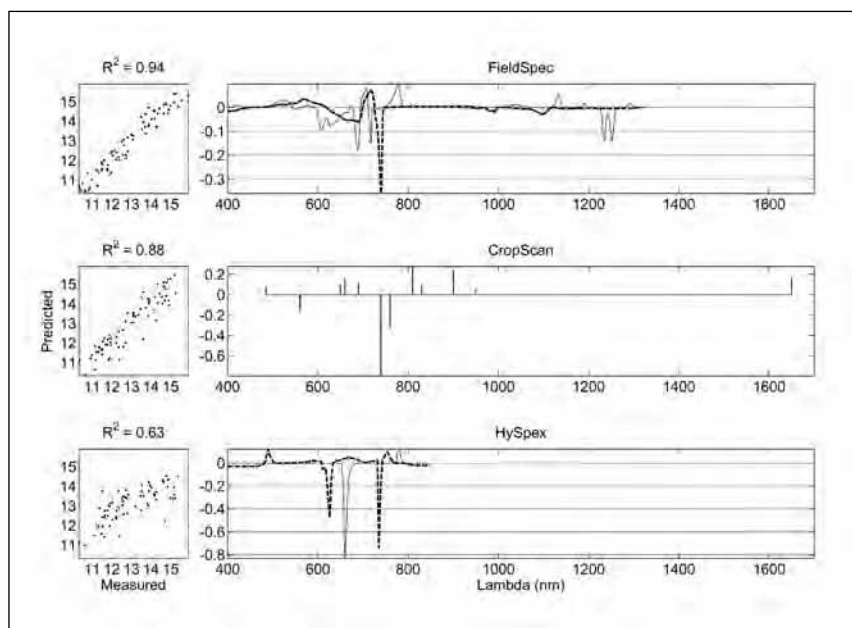
Forsøket ble målt 5 ganger gjennom vekstsesongen med de håndholdte instrumentene (FieldSpec3 og CropScan). På det tredje tidspunktet ble alle tre instrumenter brukt samtidig. Forsøket ble høstet rutevis og avling og proteininnhold ble målt på rutenivå.

### Analyseteknikker

En relativt ny analysemetode, Powered Partial Least Squares (PPLS, Indahl, 2005), er benyttet for å lage



Figur 1. Forklart varians ( $R^2$ ) for regresjonsmodeller basert på spektrale data og 6 forskjellige responsvariabler. Måletidspunkt (spektrale målinger) er vist på X-aksen. Alle responsvariabler er målt ved høsting. Hvite søyler representerer FieldSpec3, svarte søyler representerer CropScan og grå søyler representerer HySpex. Søyler med samme bokstav indikerer ikke-signifikant forskjell i modelltilpasning ( $p=0.05$ ).



Figur 2. Regresjonsmodeller basert på PLS-regresjon mellom spektrale målinger ved Z65 (tre instrumenter) og proteininnhold i kornet ved høsting. Målt proteininnhold plottet mot predikert proteininnhold til venstre og regresjonskoeffisienter til høyre. Koeffisienter med heltrukket strek er basert på rådata, mens koeffisienter med stiplede strek er basert på første deriverte av rådata.

regresjonsmodeller som beskriver sammenhengen mellom spektrale data og responsvariabler. Den samme metoden er også brukt for å velge ut de viktigste variablene (de bølglengdene som gir mest informasjon).

## Resultater

Det var klar forskjell mellom instrumentenes egenskaper til å predikere de enkelte responsvariablene. Best prediksjon ble oppnådd når målingene ble gjort under blomstringa (Z65) (figur 1). På modellnivå var det også tydelige forskjeller mellom de enkelte instrumenter. For proteinprediksjon var FieldSpec3 bedre enn CropScan som igjen var bedre enn HySpex (figur 2). Når man ser på de enkelte regresjonskoeffisienter, var det klare likheter mellom instrumentene med en stor topp i området 750 nm (figur 2), men det var også flere spektrale fenomener som var unike for den enkelte modell (figur 2).

## Diskusjon

Z65 var det gunstigste tidspunktet for prediksjon av avling og protein (figur 1). Man kunne forvente at prediksjonsevnen ville øke mot høstetidspunktet, men så er ikke tilfelle. Flere studier har vist god korrelasjon mellom spektrale data og klorofyllkonsentrasjonen i bladmassen. Samtidig er det studier som har påvist god korrelasjon mellom klorofyllkonsentrasjonen i bladmassen og nitrogenstatusen til kornplantene. I tillegg er det kjent at det er nitrogenstatusen i matingsfasen som er mest kritisk for avling og kornkvali-

tet. Det er sannsynligvis disse sammenhengene som er utslagsgivende for den gode sammenhengen mellom spektrale data målt ved Z65 og responsvariablene.

Imidlertid er det ikke bare klorofyll som gir høye regresjonskoeffisienter i denne studien. Det er også flere topper i regresjonskoeffisientene som antyder at også andre kjemiske bindinger i plantene har nær sammenheng med responsen (figur 2). Instrumentene har forskjellig karakteristikk og det vises tydelig i modellegenskapene (figur 2). FieldSpec3 gir de klart beste modellene, men er tung, dyr og vanskelig å operere. CropScan er derimot mer lettbetjent og robust, men gir dårligere modeller enn FieldSpec3 (figur 1). Begge de håndholdte instrumentene er langsomme i bruk og egner seg best i småskala-applikasjoner der man bare ønsker å ta spredte stikkprøver. For stor skala refleksjonsanalyse er den flybårne HySpex bedre egnet, selv om prediksjonsevnen for dette instrumentet er lavere enn for de håndholdte instrumentene (figur 1 og 2).

## Konklusjoner

Refleksjonsanalyse kan benyttes til å predikere avlingsmengde og -kvalitet flere uker før høsting. Forutsatt at prisen på instrumentene utvikler seg i tråd med prisene på datamaskiner og elektronikk forøvrig, kan refleksjonsanalyse i framtiden også tas i bruk av den enkelte dyrker. Aktuelle applikasjoner kan være høstesoner på grunnlag av kvalitet, sykdomsdeteksjon, stedsspesifikk gjødsling, kalking og sprøyting.



# Fosforbalanser i vårkorn

Den nye fosfornormen i korn bygger på prinsippet om balanse gjødsling, hvor målet er at fjernet fosfor i avling skal tilsvare tilført fosfor i gjødsel før det gjøres korreksjoner ut fra jordstatus. Det er sett på fosforbalansen til fastliggende fosforgjødslingsforsøk, og sammenlignet resultatene med den nye normen.

Annbjørg Øverli Kristoffersen  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
annbjorg.kristoffersen@bioforsk.no

I 2006 ble en flerårig forsøksserie startet for å skaffe mer kunnskap om fosforbehovet til korn, og for å se på utviklingen av P-AL i jorda over tid. Det er ønskelig med et moderat fosfornivå i jorda. Siden fosfor er en hovedutfordring når det gjelder eutrofiering i ferskvann, er tiltak som kan redusere risikoen for tap fra landbruksarealer viktig. Gjennomføringen av forsøkene har skjedd i samarbeid med enheter innen Norsk Landbruksrådgivning. Undersøkelsen ble delfinansiert av Statens landbruksforvaltning og Yara Norge.

I 2006 ble det startet opp fem felt, og i 2008 ble serien supplert med ytterligere to felt (tabell 1). Forsøksleddene har vært stigende mengde fosfor fra null til 2,5 kg P pr. daa (tabell 2), enten radgjødslet (ledd 2, 4, 6, 8 og 9), eller startgjødslet (ledd 3 og 5), samt ledd 7 med både startgjødsel og radgjødsel. Her presenteres resultatene fra 2008. Disse er også mer grundig presentert i Jord- og Plantekultur 2010. Forsøksserien ble også gjennomført i 2009, men jord- og planteanalyser fra dette året er ikke ferdig analysert.

## Resultater

Fire av feltene (felt 2, 4, 5 og 6) hadde P-AL mellom 5 og 7. Resultatene for feltene med P-AL 5-7 viste at det var signifikant avlingsøkning for fosforgjødsling sammenlignet med 0-leddet (tabell 2). Avlingen steg

gradvis opp til høyeste fosformengde. Leddene 2 og 3, 4 og 5, 6 og 7 har parvis fått like mye fosfor, men enten gitt som radgjødsel eller som startgjødsel. Det var ingen avlingsforskjeller mellom leddene innen samme par, det vil si at plasseringen av fosforgjødsel ikke påvirket avlingsnivået.

Resultatene for feltene med P-AL over 10 (felt 1, 3 og 7) viste at det i 2008 var signifikant avlingsøkning for fosforgjødsling også på disse feltene (tabell 2). Det var mer avling for både 1,5 og 2,5 kg P pr. daa i forhold til ingen fosforgjødsling. Ved laveste fosformengde, har startgjødsling gitt høyere avling sammenlignet med lik mengde fosfor radgjødslet. Ved sterkere gjødsling har plassering ikke hatt noen betydning. Resultatene er gjennomsnitt av tre felt. Det er særlig felt 3, ei siltjord på Romerike med P-AL 11, som har bidratt til gjødslingsresponsen. Feltet i Østfold (P-AL 18) og feltet i Vestfold (P-AL 14) hadde ikke sikre utslag for fosforgjødsling (data ikke vist).

Fosforkonsentrasjonen i kornet for feltene med P-AL 5-7 var i gjennomsnitt på 0,44 % av tørrstoffet (tabell 3). Det ble antatt en korn/halm-fordeling på 60/40. Fosforkonsentrasjonen i halmen ble ikke målt, men har i tidligere forsøk vist liten variasjon og har vært på rundt 0,1 % P av tørrstoffet. Basert på disse forutsetningene fjerner halmen 0,3 kg P pr. daa. Balanse-

Tabell 1. Oversikt over feltenes lokalisering, jordart, samt middelverdi for pH, P-AL og K-AL (mg pr. 100 g tørr jord) ved anlegg av feltene våren 2006 og 2008

Felt nr	Sted	Anlagt	Jordart	pH	P-AL	K-AL
1	Østfold 1	2006	Siltig mellomleire	6,3	17,5	25
2	Romerike 1	2006	Siltig mellomleire	6,2	6,9	28
3	Romerike 2	2006	Silt	6,1	10,9	12
4	Ringsaker	2006	Lettleire	6,0	6,8	9
5	Solør	2006	Sandig silt	6,2	6,8	17
6	Østfold 2	2008	Lettleire	6,6	4,7	15
7	Vestfold	2008	Siltig lettleire	5,7	13,5	18

Tabell 2. Avling og vann % ved høsting ved ulike P-gjødsling. Sammendrag for 4 felt med P-AL 5-7 og 3 felt med P-AL &gt; 10, 2008

Ledd	Gjødsel-plassering	P kg pr. daa	P-AL 5-7, 4 felt		P-AL > 10, 3 felt	
			kg korn pr. daa	Vann % v/høsting	kg korn pr. daa	Vann % v/høsting
1		0,0	477	22,7	544	19,9
2	Radgjødset	0,5	503	22,7	539	19,8
3	Start	0,5	495	22,5	559	19,7
4	Radgjødset	1,0	494	22,2	554	19,7
5	Start	1,0	496	22,1	551	19,7
6	Radgjødset	1,5	502	22,2	576	19,7
7	Radgj. + start	1,5	508	21,8	576	19,7
8	Radgjødset	2,0	515	21,9	557	19,8
9	Radgjødset	2,5	518	21,8	581	19,6
P %			1,6	9	0,5	i.s.
LSD 5 %			18		21	

Tabell 3. P-konsentrasjon i kornet, P-balanse, P-AL og pH. Sammendrag for 4 felt med P-AL 5-7 og 3 felt med P-AL &gt; 10, 2008

Ledd	Gjødsel-plassering	P kg pr. daa	P-AL 5-7, 4 felt			P-AL > 10, 3 felt		
			P % i korn <sup>1</sup>	Balanse <sup>2</sup>	P-AL	P % i korn	Balanse	P-AL
1		0,0	0,44	-2,1	6,3	0,42	-2,3	14,9
2	Radgjødset	0,5	0,45	-1,7	6,5	0,43	-1,9	14,1
3	Start	0,5	0,44	-1,7	6,4	0,42	-1,9	14,9
4	Radgjødset	1,0	0,44	-1,2	6,6	0,43	-1,4	14,6
5	Start	1,0	0,43	-1,1	6,4	0,42	-1,4	14,2
6	Radgjødset	1,5	0,43	-0,7	6,5	0,43	-1,0	15,0
7	Radgj. + start	1,5	0,44	-0,7	6,3	0,42	-0,9	14,7
8	Radgjødset	2,0	0,43	-0,2	7,0	0,42	-0,4	14,9
9	Radgjødset	2,5	0,43	0,3	6,8	0,43	0,0	14,6
P %			12		5,0		16	i.s.
LSD 5 %					0,6			

1) i tørrstoffet, 2) Balanse = tilført P i gjødsel - fjernet P i korn og halm

beregningene viste en negativ balanse opp til 2 kg P pr. daa (ledd 8). Ved gjødsling med 2,5 kg P pr. daa ble det tilført litt mer enn hva som ble fjernet med halmen og kornet.

For feltene med høye P-AL-verdier var fosforkonsentrasjonen i kornet i gjennomsnitt på 0,42 %, og det var marginale forskjeller mellom leddene (tabell 3). Balanseberegningene viste negativ balanse opp til 2 kg P pr. daa, likt som feltene med lavere P-AL. Ved gjødsling med 2,5 kg P pr. daa ble det tilført like mye fosfor som fjernet med avling. For begge grupperingene var det små endringer i P-AL-nivået i jorda som følge av stigende fosforgjødsling (tabell 3).

I følge normen fjerner 500 kg korn 1,75 kg P. Fjernes halmen, anbefales det å øke fosformengden med 0,3

kg P, det vil si at det totalt bør gjødsles med 2,05 kg P. Dette gjelder i P-AL-intervallet 5-7. I forsøket oppnådde vi balansegjødsling mellom 2 og 2,5 kg P pr. daa for feltene med P-AL verdier mellom 5 og 7. Det vil si at det er godt samsvar mellom den nye normen og resultatene fra feltforsøkene. Ved høyere P-AL-nivå var det også utslag for fosforgjødsling. Det var særlig et felt, med P-AL 11, som bidro til dette resultatet. Feltene med P-AL over 14 hadde ikke sikre utslag for fosfor. Ved ny norm anbefales det nå å droppe fosforgjødsling når P-AL er over 14. Jorda skal bidra med nok fosfor til å dekke plantenes behov. For at plantene skal kunne nyttiggjøre seg dette fosforet, er det viktig med god rotvekst. Riktig jordstruktur og tilstrekkelig drenering er faktorer som fremmer rotveksten og legger til rette for et effektivt næringsopptak.

# Gjødslingsstrategier - effektiv våronn

Strukturendringer i kornproduksjonen har medført stadig større enheter. Mange dyrkere skal hver vår så betydelige arealer, ofte fordelt på et stort antall skifter. I en 3-årig forsøksserie ble tradisjonelle gjødslingsstrategier sammenlignet med alternative, mer tidseffektive metoder.

Bernt Hoel og Hans Tandsæther  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
bernt.hoel@bioforsk.no

## Innledning

Tradisjonell radgjødsling og såing med kombimaskin er et konsept som har vært dominerende i Norge i flere tiår. For å sammenligne veldokumenterte metoder med alternative strategier, ble forsøksserien "Gjødslingsstrategier - Effektiv våronn" gjennomført i perioden 2007-2009. Det er ønskelig å kombinere hensyn til effektivitet, kostnader, avlingsmengde, avlingskvalitet og miljø på best mulig måte. Forsøkene ble gjennomført i samarbeid med enheter innen Norsk Landbruksrådgiving. Undersøkelsen ble delfinansiert av Statens landbruksforvaltning og Yara Norge.

## Materiale og metoder

Gjødslingsforsøk i vårkorn ble gjennomført i 2007 (3 felt), 2008 (5 felt) og 2009 (5 felt). Alle 13 felt var plassert på Østlandet. Forsøksplanen (tabell 1) har 12 forsøksledd som alle i sum ble tilført en nitrogen-

mengde som tilsvarer 11 kg nitrogen (N) pr. daa. Leddene 1 og 2 ble gjødslet med 1,9 kg fosfor (P) pr. daa, mens de andre leddene fikk 1,35 kg P pr. daa.

## Resultater

Sammendraget for alle 13 felt (tabell 2) viser at breigjødsling med Fullgjødset® 21-4-10 før såing (ledd 2) i middel ga om lag 40 kg pr. daa lavere avling sammenlignet med tradisjonell radgjødsling, ved bruk av samme type og mengde gjødsling (ledd 1). Avlingsnedgangen ble om lag halvert der breigjødsling før såing ble kombinert med startgjødsling ved såing (ledd 4 og 7), og det er ikke statistisk sikker avlingsforskjell mellom ledd 1 og 7. Der startgjødsling ble kombinert med gjødsling etter såing (leddene 5, 6, 8 og 9) er det, sammenlignet med ledd 1, tydelig og statistisk sikker avlingsnedgang for alle kombinasjonene.

Tabell 1. Forsøksplan for forsøk med ulike gjødslingsstrategier til vårkorn, Østlandet, 2007-2009

Ledd	Gjødsling v/såing		Gjødsling, før/etter såing	
	Strategi og gjødseltype	N gitt ved såing, kg/daa	Strategi og gjødseltype	N gitt ved gjødsling før/etter såing, kg/daa
1	Rad, 21-4-10 <sup>1</sup>	11		
2	Brei, 21-4-10	11		
3	Rad, 21-3-8 <sup>2</sup>	11		
4	Kun start, nivå 1, 12-23-0 <sup>3</sup>	0,3	Brei før såing, 22-2-12 <sup>4</sup>	10,75
5	Kun Start, nivå 1, 12-23-0	0,3	v/spiring, 22-2-12	10,75
6	Kun Start, nivå 1, 12-23-0	0,3	v/ 3-blad, 22-2-12	10,75
7	Kun start, nivå 2, 12-23-0	0,7	Brei før såing, NK 22-0-11 <sup>5</sup>	10,3
8	Kun Start, nivå 2, 12-23-0	0,7	v/spiring, NK 22-0-11	10,3
9	Kun Start, nivå 2, 12-23-0	0,7	v/ 3-blad, NK 22-0-11	10,3
10	Start + rad, 12-23-0 + 22-2-12	5,6	v/spiring, 22-2-12	5,4
11	Start + rad, 12-23-0 + 22-2-12	5,6	v/3-blad, 22-2-12	5,4
12	Start + rad, 12-23-0 + 22-2-12	11		

<sup>1</sup> Fullgjødset® 21-4-10 <sup>2</sup> Fullgjødset® 21-3-8 <sup>3</sup> OPTI-START™ NP 12-23-0 <sup>4</sup> Fullgjødset® 22-2-12 <sup>5</sup> OPTI-NK™ 22-0-11

Tabell 2. Avling og kvalitet ved ulike gjødslingsstrategier til vårkorn. Sammendrag for 13 felt i 2007-2009

Ledd	Gjødsling, v/såing	Gjødsling, før/etter såing	Vann %	Avling kg/daa	Relativ avling	Protein %	HI-vekt kg	Tkv <sup>1</sup> g	N-opptak i korn kg/daa
1	Rad (NPK)		23,2	516	100	11,4	66,0	44,3	7,9
2	Brei (NPK)		23,6	475	92	11,3	65,8	44,3	7,2
3	Rad (NPK)		23,5	516	100	11,5	66,2	45,2	8,0
4	Kun start Nivå 1	Brei før såing (NPK)	24,1	490	95	11,5	65,5	44,4	7,5
5	Kun Start Nivå 1	v/spiring (NPK)	24,3	485	94	11,6	65,4	44,2	7,5
6	Kun Start Nivå 1	v/ 3-blad (NPK)	25,8	474	92	11,8	65,2	43,2	7,5
7	Kun start Nivå 2	Brei før såing (NK)	23,4	499	97	11,3	66,3	45,4	7,6
8	Kun Start Nivå 2	v/spiring (NK)	23,6	492	95	11,4	66,0	44,8	7,5
9	Kun Start Nivå 2	v/ 3-blad (NK)	25,1	479	93	11,5	65,5	43,5	7,4
10	Start + rad (NPK)	v/spiring (NPK)	23,3	514	100	11,5	66,2	44,3	8,0
11	Start + rad (NPK)	v/3-blad (NPK)	23,8	508	98	11,5	65,7	44,5	7,8
12	Start + rad (NPK)		23,5	521	101	11,6	66,2	44,9	8,1
P %			<0,01	<0,01		1,1	2,6	i.s	<0,01
LSD 5%			0,8	21		0,2	0,7		0,4

<sup>1</sup> Tkv = Tusenkornvekt

Største mengde startgjødsel (ledd 7-9) viste en tendens til avlingsøkning sammenlignet med laveste mengde startgjødsel (ledd 4-6). Ved begge startgjødslingsnivåer var det indikasjoner på en viss avlingsnedgang ved utsatt tidspunkt for tildeling av resten av gjødselsla.

På leddene 10-12 ble det prøvd både start- og radgjødsling ved såing. Ledd 10 og 11 fikk startgjødsel samt halvparten av resterende gjødsel ved såing. Det var en svak tendens til avlingsnedgang ved å gi resten av gjødselsla på trebladstadiet (ledd 11) sammenlignet med å gjødsle ved spiring (ledd 10). På ledd 12 ble all gjødsel gitt ved såing, som en kombinasjon av start- og radgjødsling. Denne strategien ga i middel noen få kg større avling enn det ledd 1 gjorde, men denne avlingsforskjellen var ikke statistisk sikker.

Ved et gitt gjødslingsnivå er det ofte slik at proteininnholdet er omvendt proporsjonalt med avlings-

nivået. I sammenligningen mellom radgjødsling (ledd 1) og breigjødsling (ledd 2) var det ikke slik, da ledd 2 ikke ga høyere proteininnhold enn ledd 1. Sammen med avlingstallene understreker dette at breigjødsling klart førte til dårligere næringsstoffutnyttelse enn det radgjødsling gjorde.

### Oppsummering

Sammenlignet med tradisjonell kombisåing med radgjødsling viste ingen av de alternative gjødslingsstrategiene noen fordeler med hensyn til avling og kvalitet. Blant strategiene som kan regnes som mer tidseffektive enn det tradisjonelle systemet, var det breigjødsling før såing kombinert med største mengde startgjødsel (ledd 7) som kom best ut med hensyn til avling og kvalitet. Det var imidlertid en tydelig tendens til avlingsnedgang også for denne strategien, dersom en sammenligner med tradisjonell kombisåing med radgjødsling.

# Er økonomisk optimal nitrogengjødsling til korn også optimalt for miljøet?

N-gjødselmengden som gir størst økonomisk margin er nesten alltid høyere enn N-mengden som fjernes med avlingen. Dette kan føre til miljøbelastning. Økonomisk optimal N-gjødsling og N-balansen er belyst, med og uten halmfjerning, på bakgrunn av 240 gjødslingsforsøk utført i perioden 1991-2007. Resultatene drøftes i forhold til risikoen for N-tap til miljøet.

Hugh Riley

Bioforsk Øst, Apelsvoll  
hugh.riley@bioforsk.no

## Materiale og metoder

Tallmaterialet er hentet fra N-gjødslingsforsøk utført over hele Østlandet og i Trøndelag, med til sammen 107 forsøk i bygg, 32 i havre, 54 i vårhvete og 47 i høsthvete. Opplysninger om forsøkene er gitt i Hoel *et al.* (2009). Økonomisk optimale N-mengder er bestemt ved hjelp av regresjonsligninger (én for bygg og havre og én for vårhvete og høsthvete) som tar hensyn til samspill mellom N-mengde og avlingsnivå. Ligningene forklarer hhv. 89 og 92 % av avlingsvariasjonen. Målpriser for kornsesongen 2009/2010 (kr 2,14 per kg bygg, kr 1,98 per kg havre, kr 2,48 per kg hvete) er brukt for å fastsette optimalverdiene og de er beregnet med ulike gjødselprisnivå (kr 7-15 per kg N).

Balansen mellom N tilført i gjødsel og N bortført i avling (positive verdier betyr overskudd av tilført N) er undersøkt ved hjelp av tilsvarende ligninger for N-opptak som for avling. Disse ligningene skiller mellom kornartene, og forklaringsgraden er 79-85 %. N-opptaket i korn ble målt ved NIRR og totalopptaket (i både korn og halm) er estimert ut fra en sammenheng med opptaket i korn samt tilført N-gjødsel, utledet på bakgrunn av tidligere halmmålinger utført i ulike vårkornarter (Totalopptaket =  $0,2 + 1,1 * N$  i korn +  $0,1 * N$  i gjødsel,  $n=1776$ ,  $R^2=0,90$ ).

## Resultater

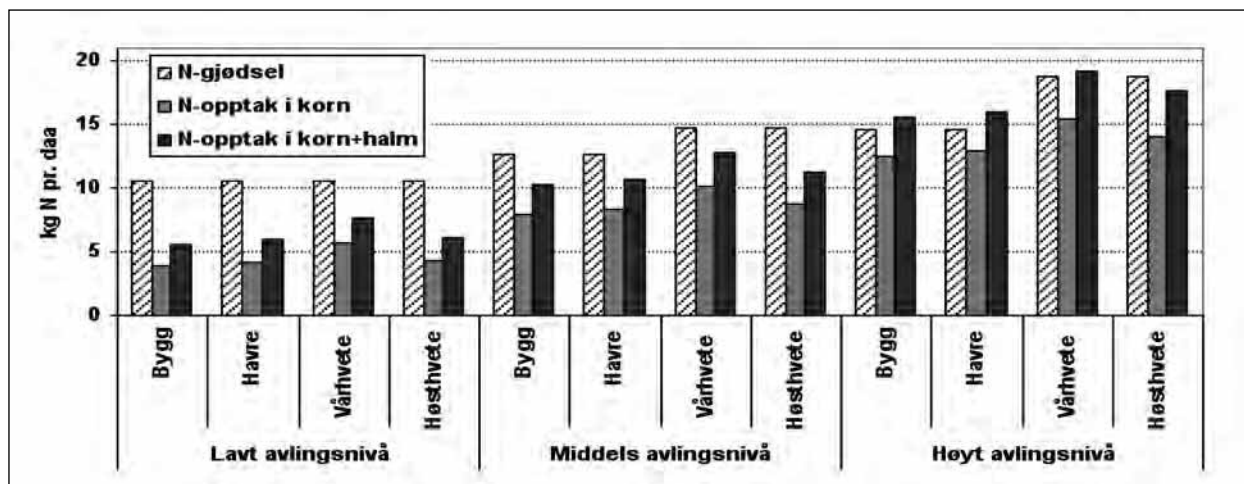
Økonomisk optimal N-gjødsling er ved lavt avlingsnivå nesten den samme for alle kornarter (tabell 1), mens det ved middels avlingsnivå er ca. 2 kg N/daa høyere hos hvete enn hos bygg og havre. Ved høyt avlingsnivå er den ca. 4 kg høyere. Forskjellen i optimal N-gjødsling fra lav N-pris (kr 7) til høy N-pris (kr 15) utgjør 1,6 kg N/daa i bygg og havre og 2,1 kg i hvete.

N-opptaket i korn er ved lavt avlingsnivå betydelig mindre enn N-mengden som tilføres ved økonomisk optimal N-gjødsling (figur 1). Misforholdet avtar ved stigende avlingsnivå, men selv ved et høyt avlingsnivå er det et overskudd av N-gjødsel sett i forhold til det som fjernes med kornavlingen. N-innholdet i halmen er bare ca. en femtedel av det som finnes i kornet. Selv om man fjerner halmen i tillegg til kornet, er det ved lavt avlingsnivå fortsatt et betydelig overskudd av N. Ved et høyt avlingsnivå, derimot, fører halmfjerning til tilnærmet balanse mellom tilførsel og bortførsel.

For å få et bilde av den sannsynlige N-balansen ved korndyrking på Østlandet i dag, er det brukt middelavlingene for 2001-2008 for de seks største kornfylkene (Kilde: SSB). Disse er 374 kg/daa for bygg, 384

Tabell 1. Økonomisk optimale N-gjødselmengder (kg/daa) til korn ved ulikt avlingsnivå (lavt = 250, middels = 500, høyt = 750 kg/daa) og ulike N-priser (lav = kr 7, høy = kr 15 pr. kg N)

Avlingsnivå:	Bygg		Havre		Hvete	
	Lav N-pris	Høy N-pris	Lav N-pris	Høy N-pris	Lav N-pris	Høy N-pris
Lavt	11,3	9,7	11,2	9,5	11,7	9,6
Middels	13,4	11,8	13,2	11,6	15,7	13,6
Høyt	15,4	13,9	15,3	13,7	19,8	17,7



Figur 1. N-opptaket i korn og i korn pluss halm, ved ulikt avlingsnivå (som i tabell 1), beregnet for økonomisk optimale N-gjødselmengder ved middels N-pris (kr 11 pr. kg N).

Tabell 2. N-balanse (N-gjødsel minus N-opptak, kg/daa, uten og med halmfjerning) ved økonomisk optimal N-gjødsling (N-pris = kr 11) og middelavlinger for 2001-2008 (SSB)

Kornart (avling/N-gj.):	Bygg (374/11,5)	Havre (384/11,4)	Vårhvete (409/13,2)	Høsthvete (511/14,9)
Uten halmfjerning	5,7	5,1	4,8	5,9
Med halmfjerning	3,7	3,1	2,4	3,3

kg for havre og 445 kg for hvete. Denne statistikken skiller ikke mellom vår- og høsthvete. Sortsforsøk viser at høsthvete har ca. 25 % høyere avlingsnivå enn vårhvete, og arealet med høsthvete har i dette tidsrommet vært ca. 35 % av hele hvetearealet. Disse forutsetningene ble brukt til å beregne gjennomsnittlige vårhvete- og høsthveteavlinger. N-balansen mellom tilførsel og bortførsel er vist i tabell 2, beregnet ved tilhørende økonomisk optimal N-gjødsling for middelavlingene. Balansen ved halmfjerning hos høsthvete er noe usikker, da halmberegningene for høsthvete er basert på målinger som er gjort i vårhvete.

Beregningene viser et overskudd på 5-6 kg N/daa når bare kornet fjernes, og et overskudd på ca. 3 kg N/daa når halmen fjernes i tillegg. N-gjødselmengdene som er brukt i beregningene er i nærheten av de N-mengdene som brukes av mange dyrkere i dag, mens en del bruker enda større mengder fordi de har høyere avlingsforventninger enn det som oppnås i praksis.

## Diskusjon

Å tilføre mer N enn man fjerner framstår som lite bærekraftig. Hele overskuddet vil neppe gå tapt på

kort sikt. I norske forsøk er det funnet at ca. 30-40 % av N-innholdet i nedpløyd halm blir igjen i humus. Dette kan betraktes som langtidslagring. Over tid vil en ubalanse mellom tilførsel og bortførsel likevel kunne gi miljøbelastninger. I feltlysometeret på Apelsvoll vaskes det årlig ut ca. 15 % av N-overskuddet fra kornomløp uten husdyr. Selv ved svak N-gjødsling til korn er det i lysimeterforsøk på Ås målt utvasking av ca. 2-4 kg N/daa/år. Det er ikke kjent hvor mye N som tapes til lufta fra kornåkre, men en norsk studie med merket N tyder på at slike tap kan være så mye som 15 % av den tilførte N-mengden. Et visst N-tap til miljøet er nesten umulig å unngå, selv ved svak gjødsling. Krav om balanse mellom tilførsel og bortførsel av nitrogen vil medføre betydelig lavere kornavlinger. Framtidig fokus bør rettes på hvor store N-overskudd vi kan akseptere, uten at de representerer en fare for luft- og vannmiljø.

## Referanse

Hoel, B., Riley, H., Hedum, I. & Tandsæther, H. 2009. Optimal N-gjødsling til korn i lys av endret gjødselspris. Bioforsk FOKUS 4(1):110-117.

# Dyrkingsveiledninger for 'Mozart', 'Lady Jo' og 'Berber'

Mozart, Lady Jo og Berber er nye potetsorter. Oppdaterte omtaler og resultatpresentasjoner finnes i "Jord og Plantekultur 2010". Generell dyrkingsveiledning for potetproduksjon skal ligge i bunn, og vil ikke bli tatt med i de sortsspesifikke veiledningene.

Per J. Møllerhagen  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
per.mollerhagen@bioforsk.no

Ei dyrkingsanbefaling for en potetsort bør inneholde følgende elementer:

- Bruksformål - hva sorten skal brukes til
- Påpeke svakheter hos sorten som er avdekket i norske forsøk, tester og storskalaprøving i tillegg til foredlerens utsagn om sorten. Nevne kort hvilke konkrete tiltak som bør settes inn for å unngå/minimere skader av sortssvakheter
- Gjødslingsanbefalinger i tillegg til gjødslingsnormene og gjødselhåndbokas informasjon. Nitrogenstyrke er viktigst, men også behovet for andre næringsstoffer om nødvendig
- Settepotetbehandling (beisebehov og lysgroing/forvarming) og setteavstander (settepotetstørrelser) til ulike aktuelle formål
- Lagringsmuligheter, temperaturer og lagringslengde

## 'Berber'

'Berber' er en Nederlandsk tidlig konsumsort, godkjent 2007 i Norge. I verdiprøvingfeltene var den utsatt for flatskurv, særlig ved andre høstetid. Sorten er relativt svak mot rust (rattel). Tørråteresistensen er blant de svakeste av tidligsortene. Knollantallet per plante er høyt til tidligpotet å være. Oppspiringa er rask, og sorten får raskt salgbar avling.

### Settepotetbehandling og setteavstand

'Berber' spirer raskt, men det anbefales likevel å lysgro settepotetene framfor bare varmebehandling. For å bekjempe svartskurv anbefales beising når det settes tidlig i kald jord. 'Berber' er ikke av de aller tidligste sortene, så en normal tidlig setting anbefales (f.eks ei uke etter den tidligste settinga av 'Juno'). 'Berber' vil ikke være blant de aller første potetene ut på markedet allikevel, og en oppnår samme salg-bare avlinga om en setter og høster litt seinere. Ved bruk av normal settepotetstørrelse (60-70 gram)

anbefales ca 25 cm setteavstand. Avstanden bør økes opp til 28-30 cm ved kort lysgroingstid, og store settepoteter fordi knollantall per plante blir høyere.

### Gjødsling

Gjødselnormen tilsier at ved en forventet bruttoavling på 3 tonn bruker en 10 kg N/daa og i tillegg 2 kg N/daa for at det er tidligpotet. En ønsker å stimulere rask vekst. Dersom det i tillegg er lett jord med fare for nedvasking, så gis et ytterligere tillegg på 1-2 kg N/daa. Totalt blir dette da 13-14 N kg/daa. Nitrogen gjødslinga skal da deles slik at rundt 10 kg gis ved setting og de siste 3-4 kg gis før slutthyping og etter eventuelt plastavtak. Gjødslingsforsøk som er gjort verifiserer disse resultatene. De andre hovednæringsstoffene gis etter normen.

### Tiltak i veksttida

'Berber' er utsatt for flatskurv, så det er viktig å vanne fra begynnende knolldanning. Videre må tørrråten bekjempes aktivt dersom smittepresset blir stort. Sorten bør ikke stå for lenge dersom det er jord som disponerer for rattelvirus (rust) og flatskurv.

### Lagring av settepoteter

Spiredvalen er kort, så det er viktig å holde temperaturen på rundt 4 °C, og unngå at lagertemperaturen øker igjen på etterjulsvinteren.

### 'Mozart'

'Mozart' er en Nederlandsk halvsein rød konsumsort, vurderes for godkjenning i Norge i 2010. 'Mozart' spirer meget seint, og er utsatt for vekstsprekker. Tørrstoffinnholdet er lavt, og tørråteresistensen er bare middels. Antall knoller pr plante er lavt, og spirehvilten på lageret er lang.

### Settepotetbehandling og setteavstand

Det anbefales å lysgro settepotetene framfor bare varmebehandling. Lysgroingstida bør ikke være lang, da dette fremmer apikal dominans og gir færre knoller per plante. Vel fire uker ved 12 °C er tilstrekkelig (250 døgngrader), noe høyere varmesum enn normalt pga. den seint spiringa. Varmebehandling gir bare halv effekt målt i oppspiringshastighet.

For å bekjempe svartskurv anbefales beising til 'Mozart'. En så seintspirende sort som Mozart må ikke settes før jordtemperaturen er tilfredsstillende, dvs 8 °C eller høyere.

Ved bruk av normal settepotetstørrelse (60-80 gram) anbefales 23 til 25 cm setteavstand. Det anbefales ikke å bruke små settepoteter da disse vil gi lavt knollantall pr plante. Dette vil gi for høy andel store knoller. Avstanden bør økes opp til 28-30 cm ved bruk av store settepoteter.

### Gjødsling

'Mozart' bør gjødsles i samsvar med normen, med en reduksjon på ca 1 kg N/daa for å sikre at kokekvaliteten ikke blir svekket. Gjødslingsforsøk har vist at faren for bløt konsistens er stor ved sterk nitrogengjødsling. Tørrstoffinnholdet er naturlig lavt i 'Mozart', og sterk nitrogengjødsling senker tørrstoffet mye. 'Mozart' er relativt sein, og ei moderat nitrogengjødsling er med på å gi mer modne knoller ved høsting. De andre hovednæringsstoffene gis etter normen.

### Tiltak i veksttida

'Mozart' er utsatt for vekstsprekke, og det er derfor viktig med jevn og god fuktighet. Beising mot svartskurv vil gi mindre "svartskurvsprekking". Det er viktig med en aktiv tørråtebekjempelse fordi tørråteresistensen bare er middels.

### Lagring

Lagringsegenskapene er meget gode, og fordi spiredivalen er lang gror ikke 'Mozart' lett på lager. Foma- og fusariumresistensen er meget bra. Det er likevel viktig å holde jevn temperatur utover våren, da dette gir minst mulig groing.

### 'Lady Jo'

Lady Jo er en nederlandsk halvsein chipssort som vurderes for godkjenning i Norge i 2010. 'Lady Jo' er utsatt for svartskurv. Innsmitting av PVY skjer raskt,

noe som betyr at settepoteter må skiftes ofte. Oppspiringa er nesten like rask som 'Saturna'. Knollantallet er noe lavere enn hos 'Saturna', og småpotetandelen er mindre. Sorten får lett grønne knoller og er noe utsatt for rust (rattel). Modningstida er som hos 'Saturna'.

### Settepotetbehandling og setteavstand

Det anbefales ikke at potetene settes rett fra kald kjeller, men varmebehandles slik at de får en passelig gropigg ved setting. Ved lysgroing har en bedre kontroll på groinga dersom settinga blir utsatt. Varmebehandling gir halv effekt målt i oppspiringshastighet i forhold til lysgroing. Ved lysgroing anbefales å bruke middels kort tid og normal varmesum (224 °d), da dette gir større andel >40mm. Seks uker ved 9-10 °C er bedre enn 4 uker ved 12 °C.

Forsøka har vist at beising mot svartskurv er nødvendig for 'Lady Jo' var markert utsatt. Den må ikke settes før jordtemperaturen er 8 °C eller høyere. Ellers er det viktig å skifte settepoteter ofte da sorten fort blir smittet med PVY.

Ved bruk av normal settepotetstørrelse (60-80 gram) anbefales 30 cm setteavstand. Dersom settepotetene er store (ca 100 gram), økes avstanden til 35 cm.

### Gjødsling

Gjødslingsforsøk til nye chipssorter 2007-08 i Solør og på Apelsvoll, viste at det ikke var noe å vinne på å gå utover norm på morenejorda i Mjøsområdet. På lett jord i Solør ble det avlingsøkning og mindre småpotetandel ved å øke nitrogengjødslinga med 1 kg/daa utover normen. For å sikre god avmodning og stabil chipsfarge anbefales ikke ytterligere økninger. De andre hovednæringsstoffene gis etter normen.

### Tiltak i veksttida

'Lady Jo' er utsatt for grønne knoller, og settedybden bør derfor være 4 cm under "flatt land". Det er viktig å ha nok løs jord, og å lage gode breie fårer med en overdekning av settepotetene med 12 -15 cm etter slutthyping. Aktiv tørråtebekjempelse er nødvendig for tørråteresistensen er bare middels.

### Lagring

Lagringsegenskapene er gode, men sorten gror lettere etter langtidslagring enn 'Saturna'. For å gi stabil lys chipsfarge må den lagres ved 7-8 °C. Chipsfargen er markert lysere enn hos 'Saturna', men 6 °C er for lav langtidslagertemperatur til å gi lavt sukkerinnhold og fin chipsfarge.



# Potetsorter til økologisk dyrking

Et uttalt mål for myndighetene er at innen 2020 så skal 15 % av potetproduksjonene i Norge være økologisk. Bioforsk Øst, Apelsvoll har hatt flere forsøk og prosjekt med økologisk potet.

Per J. Møllerhagen  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
per.mollerhagen@bioforsk.no

## Tørråte

Alle forebyggende tiltak som vi kjenner må brukes mot tørråte i tillegg til å velge sterke sorter. Viktigste av disse er at sortene som dyrkes har god tørråte-resistens. Knollresistensen viktig, fordi det alltid vil bli tørråte på riset. Sterk rismitte vil gi mer smitte på knollene. Sortene som dyrkes skal raskt gi salgbar avling slik at salgbar avling er akseptabel når riset visner ned pga tørråte.

## Gjødsling

En godt egnet økologisk sort må være i stand til å ta opp moderate mengder organisk gjødsel (husdyrgjødsel) på en slik måte at ikke kvaliteten og lagringsevnen forringes. Det som ofte skjer er for seint opptak av næringa og mindre modne knoller

ved høsting. Det er derfor en fordel at sortene som velges til økologisk produksjon, har en robust vekst (rismasse og rotsystem) slik at de ikke kollapser dersom det blir perioder med lite næring.

## Ugrasbekjempelse

Det er en fordel at sortene har en et ris som dekker godt, og at plantene etablerer seg raskt. Dette vil gi økt konkurransekraft mot ugraset. Ugrasbekjempelse i økologisk produksjon betyr blant annet flere gangers radrensing, opphypping og nedstryking før slutt-hyppinga, i tillegg til ei kvalitetspløying for å holde rotugraset på et akseptabelt nivå. Vekstskifte er også viktig for å unngå strukturskader på jorda og for å sanere flere potetsjukdommer.

Tabell 1. Tørråteresistens, spiretreghet, tidlighet og avlinger i konvensjonelle og økologiske sortsforsøk, 9 er sterkest resistens, penest utseende, raskeste spiring og tidligst.

Sort	Tørråte		Utseende***	Spiring	Tidlighet	Koketype	Øko-felt	Konv. felt
	Ris	Knoll					02-09	00-09
				1-9		Rel tall og Kg/daa >42 mm	Rel tall og Kg/daa >42 mm	
Troll,N	6	8	5	7	7	C	100(1978)	100(4243)
N93-7-20/ Odin,N	6	7	6	6	5	BC	126	103
NCT92-22-14 /Tore**,N	7	6	5	5	5	BC	118	104
Folva,DK	3	5	8	8	8	A	124	123
Asterix,NL	3	7	6	5	5	AB	113	97
Pimpernel*,NL	7	7	5	3	2	C	63	89
Sava, Dk	4	6	8	4	7	A	86	91
Peik,N	7	7	7	3	4	BC	112	108
Oleva, Dk	4	5	5	6	8	C	128	111
Mozart,NL	4	5	8	3	5	A	112	110
Rustique,N	5	6	5*	4	5	C	115	98
N97-21-18 /Biona**,N	7	8	7	5	5	B	118	108

\*Res fra Midt-Norge, \*\* Estimert fra 2009 resultatene, \*\*\*Glatthet, glans og avskalling av overflate etter vasking. I de konvensjonelle forsøkene er Beate målestokksort. Troll lå 7 % over Beate i forsøka i 1985-1991. I 2000-2009 er avlinga for Beate +7 % benyttet som avling for Troll

## Drøfting

Det vises til artikkelen i "Jord og Plantekultur 2010" for flere og mer utfyllende kommentarer. Tørråteresistensen for de norske sortene er generelt meget bra. Ingen er for øvrig så bra at de går klar av det sterke smittepresset en får i økologisk dyrking. 'Mozart', 'Oleva' og 'Folva' har lavest knollresistens. 'Pimpernel' er sterk mot tørråte både på ris og knoller. Når det gjelder tidlighet så er det dessverre ofte slik at seinere sorter har større tørråteresistens enn de tidligere. 'Troll' et unntak fordi den er relativt tidlig moden til halvsein sort å være.

'Folva', 'Sava' og 'Mozart' har penest utseende. Dette er en samlet vurdering av presentasjon etter vasking og opptørking, glatthet og glans av knolloverflate og tendenser til avskalling. 'Asterix' er svak mot sølvskurv, og gir et dårligere synsinntrykk. 'Folva' og 'Troll' spirer raskt, mens 'Peik', 'Pimpernel', 'Mozart' og 'Sava' spirer seint. Lysgroing er viktig i økologisk dyrking for å få så rask etablering som mulig, og at en oppnår ei akseptabel salgbar avling før riset blir ødelagt av tørråte og veksten stopper opp.

Poteter som dyrkes økologisk har et generelt lavere tørrstoffinnhold, og vil ofte bli mer kokefaste og i noen tilfeller bløtere enn konvensjonelt dyrkede poteter. De koketyperne som er oppgitt her er de som er mest typiske for sortene. Sorter som er angitt som med koketype C her, kan bli B eller sogar A (fastkokende) under andre dyrkingsforhold for eksempel dersom en har sterk nitrogenjødsling og/eller kort

veksttid. Mozart, Sava og Folva har alle en fastkokende konsistens. 'Rustique', 'Pimpernel' og 'Troll' er de mest melne (koketype C) av sortene som er med i denne oversikten.

'Folva' og 'Mozart' stod godt både i de økologiske og de konvensjonelle feltene. 'Oleva' lå på topp i avling i middel for de økologiske feltene. Avlingsnivået for 'Troll' var 53 % lavere i de økologiske feltene sammenlignet med konvensjonelle felt på Østlandet i 2000-09. 'Rustique', 'N97-21-18'/'Biona' og 'NCT92-22-14'/'Tore' gjør det relativt bedre i økologisk dyrking enn i konvensjonell dyrking sammenlignet med 'Troll'. 'Pimpernel' og 'Sava' lå lavest i avling uansett driftsform. 'N93-7-20'/'Odin' er ferdig testet i verdi-prøving, men ikke vurdert for godkjenning ennå. De økologiske sortsforsøkene har vært av varierende kvalitet og hatt høy middelfeil og variasjon (CV%). Derfor må en ikke finlese avlingstalla når en skal si noe om sortsforskjeller.

Det vil være vanskelig å peke på hvilken sort som skal velges til økologisk produksjon. Grossistene stiller de samme krav til utseende og feil på potetene. Dersom kravet til utseende er noe mindre viktig for vare som ikke vaskes, så kan 'Troll', 'Odin', 'Peik' og 'Oleva' være gode alternativer. Der utseende og presentasjon er viktig, vil 'Mozart', 'N97-21-18'/'Biona', 'Folva' og 'Sava' være de mest aktuelle sortene. Vi finner ikke en sort som har alle gode egenskaper, så det gjelder å være oppmerksom på svakhetene og å sette inn de rette dyrkingstekniske tiltak.

# Fosforgjødsling tilpasset sted og sort

Fosfornormen til poteter er i løpet av 2009 justert ned med 1 kg P/daa til 3,5 kg P/daa, ved en forventet avling på 3000 kg. Forsøkene viser at dette vil dekke fosforbehovet for poteter under de fleste forhold

Kristian Haug  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
kristian.haug@bioforsk.no

## Bakgrunn

Justering av fosfornormene er en prosess som har pågått over mange år. Normene for gras ble først redusert, deretter normene for korn, og våren 2009 for poteter. Apatitt eller råfosfat er en begrenset ressurs. Tap av fosfor fra dyrket jord kan ha store konsekvenser for ferskvann ved å bidra til økt algevekst. Risikoen for tap av fosfor øker med økende fosforinnhold i jorda. Det er dårlig økonomi å lagre fosfor i jorda. Men fosfor har positiv effekt på avling og kvalitet gjennom bedre rotutvikling, knollantall og tidligere modning.

Forsøkene det vises til er delfinansiert av SLF og Yara, og utført i samarbeid med enheter innen Norsk Landbruksrådgivning.

Tabell 1. Norm ved forventet avling 3000 kg/daa

Næringsstoff	Ny norm	Gammel norm
N	10 kg/daa	10 kg/daa
P	3,5 kg/daa	4,5 kg/daa
K	15,5 kg/daa	15,5 kg/daa

Tabell 2. Endring av gjødsling ved endring av forventet avling. Justeringer i , kg/tonn poteter/daa

	N	P	K
Gjeldende norm	2 kg N/daa	0,5 kg P/daa	3,0 kg K/daa
Gammel norm	3 kg N/daa	0,5 kg P/daa	3,0 kg K/daa

Tabell 3. Forsøksplan, fosforgjødsling til halvseine poteter

Ledd	Gjødsel	N	P	K
1	10 kg N / daa i Fullgjødset® 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

## Mål

God forvaltning av fosfor for å minimere tap av næringsstoffet og ivareta en begrenset ressurs, samtidig som produksjonen opprettholdes/økes.

## Normer

Normen for fosfor ble i 2009 redusert med 1 kg/daa. (22 %).

Det vises til ytterligere tabeller og figurer i Jord og Plantekultur 2010 (Haug 2010).

## Resultater og drøfting

Tabell 1 viser gjeldende gjødslingsnormer for poteter og de normene som ble brukt tidligere. Tabell 2 viser korrigeringsene som gjelder ved endring i forventet avling i forhold til 3000 kg/daa.

Sammendraget for denne forsøksserien 2006-2009, med 21 felt, er vist i tabell 4. Forsøksplanen er vist i tabell 3. Hovedinntrykket er at forskjellene mellom de fem leddene er beskjedne. Avling er bestandig av interesse. Her kommenteres avling over 42 m.m. Dette er den delen av potetavlinga som har størst betydning for råvaremottagerne og potetdyrkerne. I ledd 1 og 2 er det lik mengde NPK, men i ledd 1 har en med "mikropakka" som er i Fullgjødset® 11-5-18 mikro. Avlinga er i praksis lik mellom ledd 1 og 2. Sammenligningen mellom ledd 2 og 3. Den viser at effekten på avling er beskjeden, 1 % ved å redusere fosfortilførselen med 2 kg/daa. i forhold til norm-

Tabell 4. Sammendrag 2006-2009, 21 felt

Ledd	Kg P/daa	Total avling Kg/daa	Avling >42 Kg/daa	Rel. Avling >42	Tørrstoff %	Knoller/plante	Knollvekt gram	Friskt ris %
1	4,2	4405	3770	100	22,9	11,1	11,7	54
2	4,2	4397	3719	99	22,9	11,8	10,9	56
3	2,2	4289	3709	98	22,7	11,0	11,3	58
4	0,0	4044	3460	92	22,7	10,5	11,1	64
5	6,2	4491	3848	102	23,0	11,6	11,3	55
	CV % 2,3	P % 0,06	P % 0,4		P % 22,3	P % 0,02	P % 2,5	P % 0,8

gjødsling, før den ble redusert. Effekten av ikke å tilføre fosfor vises i ledd 4, med et avlingstap på 8 prosent. Ved tilførsel av 2 kg fosfor over norm ble det en avlingsgevinst på 2 prosent, vist i ledd 5. I tabell 4 er det vist tall for noen kvalitetsparametere. Tørrstoffprosenten ble lite påvirket, men det ble tendens til nedgang ved redusert fosfortilførsel.

Tabell 4 viser at redusert fosfortilgang reduserer knollantallet. Det er ingen gevinst på økt knollvekt ved å tilføre fosfor utover norm. Friskt ris ved høsting brukes som et indirekte uttrykk for modning. Det ble mindre modne poteter ved redusert fosfortilgang, og tydelig seinere modning uten fosfortilførsel. Samtidig viser tallene at tilførsel av fosfor over norm ikke ga mer modne poteter av praktisk betydning. Effekten på øvrige ytre og indre kvalitetsparametre var ubetydelige og usikre, og blir derfor ikke vist her. Gruppering av feltene i lave P-AL tall (P-AL verdi 5 eller lavere, 4 felt), og høy P-AL tall med verdi over 6, (17 felt) viste at responsen på de ulike leddene er marginalt forskjellige mellom de to gruppene. Tallene viser i hovedsak det samme bilde som vist i tabell 4. Sortene som ble brukt fordeler seg på 10 ulike sorter, og gir ikke grunnlag for gruppering. Det samme gjelder jordart, som i områdene Solør-Odal, Østfold, Vestfold og N. Trøndelag i hovedsak var silt, med større eller mindre innhold av sand/silt. I Mjøsområdet var jordarten morene/letteleire.

## Oppsummering

De omtalte forsøksseriene har vært plassert i viktige potet dyrkingsområder som Solør-Odal, Mjøsbygdene, potetdistriktene på begge sider av Oslofjorden og i N. Trøndelag. I denne type forsøk arbeides med små marginer. Det er mange faktorer som kan overskygge det vi er ute etter å måle. Fosfornormene til poteter er redusert som vist i tabell 1. Yara har lansert Yara Mila Fullgjødsel® 12-4-18 som erstatter for Fullgjødsel 11-5-18. Der jordanalysen viser mellom P-AL 4

og 10, Mg-AL tallene er over 4 og Ca-AL tallene over 100, vil den nye fullgjødsel varianten dekke de fleste næringsbehov for poteter. Ved lavere P-AL verdier kan Yara Mila Fullgjødsel® 6-5-20 og Yara Liva Kalksalpeter™ brukes for å dekke potetplantas næringsbehov. Dette er et noe dyrere gjødslingsalternativ. Startgjødsel kan med fordel brukes for å sikre god N og P tilgang hvor det erfaringsmessig er sein rotutvikling om våren. I områder med høye P-AL verdier, eller der det er lagt begrensninger på bruk av fosfor, vil utfordringen være å tilføre en balansert mengde N og K til potetene. I tillegg finnes enkeltgjødselslag i fast eller flytende form.

Hovedkonklusjonen må bli at det er mulig å få til en balansert næringstilførsel til poteter med de nye normene og det tilgjengelige gjødselsortimentet, og samtidig opprettholde eller øke avlingene.

Forsøkene gir ikke så spesifikke resultater at det er grunnlag for å gi særskilt gjødslingsanbefaling til den enkelte sort og til det enkelte sted. Klimatiske forhold er ikke hensyntatt her.

Ved spesielle forhold må den enkelte potetdyrker og lokal veiledningstjeneste skreddersy et gjødslingskonsept. Det er viktig å ha med seg at mange andre faktorer enn gjødsling har stor betydning for avling og kvalitet.

## Referanse

Haug, K. 2010 Gjødslingsnormer og fosforgjødsling til poteter. Bioforsk FOKUS 5(1):302-306

# Nytt og nyttig om fysiologisk kvalitet av settepoteter

Settepoteter av god kvalitet er en av de viktigste forutsetningene for å lykkes med kvalitetsproduksjon av poteter. Denne artikkelen gir bakgrunnskunnskap omkring temaet fysiologisk kvalitet og oppsummerer noen av de viktigste resultatene fra det 5-årige prosjektet "Optimal fysiologisk kvalitet hos settepoteter - forberedelser mot et åpnere marked".

Eldrid Lein Molteberg  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
eldrid.lein.molteberg@bioforsk.no

## Innledning

Med god kvalitet menes både god helsemessig status, det vil si lavt innhold av virus og ulike sykdomsorganismer, og god fysiologisk kvalitet. Fysiologisk kvalitet eller fysiologisk alder kan defineres som en tilstand som er bestemt av potetens utviklingsstadium. Begrepet oppfattes gjerne som diffust og komplekst, og det finnes lite data omkring den fysiologiske tilstanden til norske settepoteter. Gjennom prosjektet "Optimal fysiologisk kvalitet hos settepoteter - forberedelser mot et åpnere marked" har målet vært å gi potetdyrkerne bedre muligheter for å styre den fysiologiske kvaliteten av sine egne poteter, og derigjennom øke verdien av den norske potetproduksjonen. Prosjektet har vært finansiert av Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter, Forskningsmidler over Jordbruksavtalen og Norges Forskningsråd, og har vært gjennomført i samarbeid med Bioforsk Nord, forsøksringene og settepotetbransjen. Det vises til Jord og Plantekultur 2010 for en mer omfattende beskrivelse av resultatene fra prosjektet.

Fysiologisk kvalitet er viktig fordi den påvirker hvor raskt poteten spirer og utvikler seg, og hvor mange groer, stengler og knoller som dannes. Dette er viktig for avlingsstørrelse, knollstørrelsesfordeling, modning og skallkvalitet og for lagringsegenskapene. En fysiologisk ung potet spirer relativt seint med få spirer og stengler. Både ris- og knollutvikling er kraftig, men noe forsinket, og kan derfor gi mindre avling og umodne knoller ved kort vekstsesong. Fysiologisk eldre poteter spirer raskere med flere stengler. Risutviklingen er svakere og veksten avsluttes tidligere. Det generelle bildet er at "unge" settepoteter gir

få store knoller, mens "eldre" settepoteter gir flere og mer småfalne poteter. Dermed er det slik at den fysiologiske kvaliteten av settepoteten med fordel kan optimeres avhengig av hva poteten skal brukes til (ønsket størrelse) og vekstsesongens lengde.

En settepotets fysiologiske alder påvirkes fra den selv dannes, gjennom dyrking og lagring til den settes i bakken et knapt år senere. Alderen øker med tiden, men påvirkes også av ulike miljøfaktorer under dyrking/lagring. Temperaturen er viktig, og særlig etter risdreping, når morplanten ikke lenger har en stabiliserende effekt. Effekten av temperatur er nokså kompleks, og varme/kalde perioder vil for eksempel virke ulikt avhengig av tiden på året. De ulike sortene påvirkes også i ulike grad av samme behandling, gjennom at de har ulik aldringshastighet. Sene perioder med varme gir dårligere resultat enn tidlige i de fleste sorter. Aldringsprosessen har også en tendens til å gå raskere under ujevne forhold ("stress") under dyrking/lagring (vann, næring, lys, sjukdommer/skadedyr, ventilasjon, fuktighet).

En settepotets fysiologiske alder kan påvirkes både under og etter dvaleperioden. Når spirene bryter fram kompliseres imidlertid bildet ytterligere, ettersom spirer har sin egen fysiologiske alder. Oppførselen i felt avhenger dermed både av morpotetens og spirens fysiologiske alder.

I dette prosjektet har vi sett på betydningen av ulike dyrkings- og lagringsforhold som er antatt å være viktige for fysiologisk kvalitet av norske settepoteter. Er det slik at fysiologisk alder betyr mye for dyrkings-

egenskapene under norske forhold eller har norske settepoteter stort sett bra fysiologisk tilstand om våren? Det ble brukt ulike testopplegg og her gjengis det noen hovedpunkter fra disse forsøkene.

### Opplegg og resultater

I prosjektet ble det gjennomført forsøk med en rekke ulike problemstillinger. Det ble undersøkt ulike forhold rundt dyrking av settepoteten (lysgroing, settepotetstørrelse, dyrkingssted, gjødsling) og ulike høstetider, sårhelinger og lagringstemperaturer om høsten eller gjennom vinteren. Deretter ble potetene satt i bakken året etter, og ettervirkningene av ulike faktorer ble studert gjennom å se på spiretid, utviklingshastighet, avlingsstørrelse, knollantall og knollstørrelsesfordeling og ulike modningsparametere og kvalitetsfeil. Det ble også tatt inn settepotetpartier fra ulike kommersielle dyrkere av settepoteter for å se hvor stor forskjell som kan forventes mellom slike partier. På dette materialet ble det i tillegg testet ut om en spiretest på våren kan brukes for å forutsi potetenes oppførsel i felt, noe som ville gitt nyttig informasjon til settepotetkjøperen.

Samlet sett viser resultatene små utslag på avlingsstørrelse, tørrstoff, flassing og kvalitetsfeil, med unntak av bløtråte. Avlingsforskjellene vi fikk var relativt små og usikre. Mulighetene for å påvirke spirehastighet, knollantall og størrelsesfordeling syntes å være større.

Det var ikke sikre forskjeller i avlingsmengde mellom de 41 settepotetpartiene (ca 5 partier pr sort og år, 3 sorter, 3 år), og ingen av settepotetdyrkerne pekte seg ut med gjennomgående høye eller lave avlinger. Det var vanligvis større forskjell på knollstørrelsesfordeling enn på avlingsstørrelse. Det var ikke konsistent sammenheng mellom spiretest og spiring i felt, og det ser dermed ut til å være vanskelig å bruke resultater fra spiretest om våren for å forutsi dyrkingsegenskaper i felt.

Forsøkene viste ellers at det er mulig å bruke forhold i settepotetåret for å øke den fysiologiske alderen og dermed andelen små poteter året etter. Det var tendens til at alderen økte med små settepoteter, lysgroing og økende nitrogengjødsling, men effektene var små og usikre. Dyrkingssted viste seg å være en viktigere faktor for knollstørrelsesfordelingen, ved at poteter dyrket på Apelsvoll synes å være fysiologisk

eldre ved setting året etter enn poteter dyrket i noe varmere jord 10 km unna. Forskjellen mellom dyrkingsstedene varierte mellom sorter. Tidligere forsøk (Johansen & Nilsen 2004) har vist at lav dyrkingstemperatur kan gi fysiologisk yngre poteter, men at dette trolig kompenseres med en kortere dvale.

Gjennom tiltak i dvaleperioden kan fysiologisk alder justeres uten at det påvirker groingen direkte. Forsøk i Folva viste at varierende temperaturforhold rett etter høsting kan øke den fysiologiske alderen. Ved bruk av ulike temperaturer om høsten (6 og 10 °C) og ulike lagringstemperaturregimer gjennom vinteren var det varierende effekter mellom sorter og år. Sorteringstidspunktet kan også bety noe for avling og kvalitet, men knollstørrelse ble funnet å ha større betydning. De minste settepotetene ga lavere avling enn store settepoteter og forskjellen så ut til å være størst når de ble sortert tidlig (februar).

Resultatene fra disse forsøkene bekrefter at de fleste settepoteter som omsettes i Norge har god fysiologisk kvalitet. Normalt vil da valg av sort, settepotetstørrelse og egen dyrkingspraksis overskygge eventuelle variasjoner i fysiologisk alder i et innkjøpt settepotetparti. Den lange lagringssesongen i Norge bidrar trolig også til å utjevne eventuelle forskjeller. Både disse og tidligere forsøk i Bioforsk viser likevel at fysiologisk alder, og da fortrinnsvis størrelsesfordelingen for potetene, kan påvirkes. Effekt av enkeltfaktorer er tidligere dokumentert gjennom bruk av mer ekstreme behandlinger. I disse forsøkene, gjennomført med moderate forskjeller for relevante faktorer, var imidlertid utslagene av de ulike tiltakene relativt små og til dels motstridene. For å kunne komme med konkrete anbefalinger for praktisk dyrking er det derfor nødvendig med et bredere grunnlagsmateriale der både sorter og samspill med ulike effekter er grundig kartlagt.

### Referanse

Johansen, T.J. & Nilsen, J. 2004. Influence of low growth temperatures on physiological age of seed potatoes. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 54:185-188.

# Fysiologisk aldring av settepoteter - oppsummering fra forsøk i klimarom

Det er liten forskjell på spiring, vekst og avlingspotensial hos settepoteter dyrket under ulike klimaforhold i Norge. Laboratorieforsøk viser at kort dvaleperiode etter dyrking under kjølige forhold kan være en av forklaringene.

Tor J. Johansen  
Bioforsk Nord, Holt  
tor.johansen@bioforsk.no

## Bakgrunn

Regelmessig innkjøp av friskt settepotetmateriale er nødvendig i moderne kvalitetsproduksjon av potet. Slikt nytt materiale oppfører seg ofte litt forskjellig fra egne settepoteter av samme sort med hensyn til spiring, utvikling i vekstperioden, avling, knolltall og knollstørrelse. Som oftest vil det være den fysiologiske alderen som utgjør forskjellen (Johansen 2005).

Fysiologisk alder er enkelt sagt utviklingsstadiet hos en potetknoll som har betydning for dens egenskaper som settepotet. En kan tenke seg et parti knoller som ligger til vanlig vinterlagring ved lav temperatur. Tidlig på høsten vil knoller fra dette partiet, oppbevart ved romtemperatur, ikke spire på lang tid på grunn av dvaletilstand. En tilsvarende prøve på førjulsvinteren vil normalt spire med en groe og er i stadiet apikal dominans. I seinere prøver fram mot våren vil knollene spire med flere groer og er da i et velegnet stadium for bruk til settepotet. Knoller som har vært lagret lenge vil spire med mange og forgreinede groer, et tegn på fysiologisk eldre knoller. Til slutt vil vi se at knollene bare utvikler noen tynne hårlignende groer og gjerne danner nye knoller på groene eller direkte på morknollen. Dette er fysiologisk gamle (utbrente) knoller som er dårlig egnet som settepotet.

Fysiologisk aldring av settepoteter skjer altså selv om knollene ikke har spirt, og eventuell manipulering av alderen må helst skje tidlig i denne fasen. Ved spiring kan vi bedømme den aktuelle fysiologiske alderen på bakgrunn av antall og utseende på groene. Temperaturøkning og eventuell lysgroing før setting virker spesielt på utvikling av groene (framskynding av vekstforløp) med et resultat som kan minne om bruk av fysiologisk eldre settepotet.

Fysiologisk utvikling gjennom de ulike stadiene er altså avhengig av tiden (kronologisk alder). I tillegg spiller ulike miljøfaktorer (spesielt temperatur) under både dyrking og lagring en viktig rolle for hastigheten på utviklingen. Nylige studier i felt tyder imidlertid på små forskjeller i fysiologisk alder og avlingspotensial for settepoteter dyrket nord og sør i Norge (Johansen *et al.* 2008). Dette til tross for klare forskjeller i modenhet ved høsting. Vi skal her oppsummere norske forsøk under kontrollerte klimaforhold der effekten av ulike miljøbetingelser er studert nærmere, med hovedvekt på resultater fra et nylig avsluttet settepotetprosjekt (Molteberg 2010).

## Virkning av daglengde og temperatur på vitalitet og avlingspotensial hos settepoteter

Daglengde (12 eller 24 timer naturlig lys) under oppformering av settepotetene hadde ingen innflytelse på spiring, vitalitet og avling året etter. Lav dyrkingstemperatur (12/9 °C, 12 t/12 t) ga imidlertid noe raskere spiring og vekst året etter, samt høyere totalavling enn ved 18/12 °C.

## Virkning av dyrkingstemperatur på fysiologisk alder hos settepoteter.

I dette forsøket målte vi fysiologisk alder hos to sorter ('Beate' og 'Troll') etter dyrking ved naturlig lys og seks ulike temperaturer fra 12/6 °C til 24/18 °C. Alderen ble tallfestet på bakgrunn av inkubasjonstid (tid til dannelse av nye småknoller på groer/morknoller ved 18 °C). Ved de laveste temperaturene var knollene av begge sortene som ventet minst modne ved høsting, men hadde samtidig høyest fysiologisk alder ved måling etter vinterlagring. Forskjellene var imidlertid så små at det ikke ga utslag på vitalitet og avling ved bruk av settepotetene.

## Virkning av dyrkings- og forlagrings-temperatur på dvale hos settepoteter

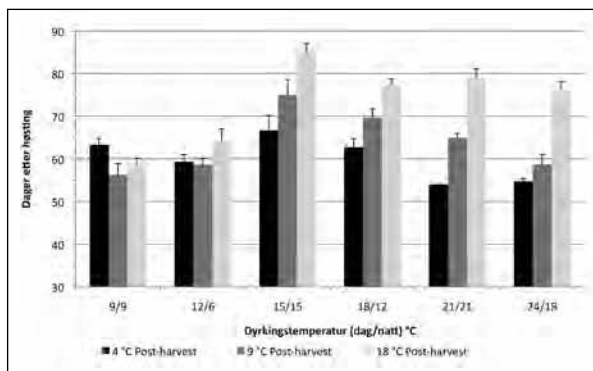
I dette forsøket så vi nærmere på prosessen for fysiologisk aldring, og da spesielt på dvaleperiodens forløp etter ulike behandlinger. Potetplanter ble dyrket ved seks ulike temperaturregimer ved naturlig lys og høstet til samme tid. Etter høsting ble avlingen straks forlagret ved tre ulike temperaturer i en måned, og deretter vinterlagret ved 4 °C. Etter forlagring ble virkningen på dvalen undersøkt ved å registrere hvor lang tid det tok til spiring. Etter vinterlagring ble også virkningen på vitaliteten (groeproduksjon) undersøkt.

Det var lengst dvale etter dyrkingstemperaturer over 15 °C kombinert med høy forlagringstemperatur (se figur). Knoller som ble lagt rett inn på kjøletemperatur etter høy dyrkingstemperatur hadde kortest dvale. Ved lav dyrkingstemperatur var det relativt kort dvaleperiode uavhengig av forlagringstemperatur.

Etter vinterlagring var spirekapasiteten (groeproduksjon i gram) noe større ved lav og høy enn ved middels temperatur. Antall groer var størst hos knoller som var dyrket ved de laveste temperaturene. Det var ikke noe sikkert utslag for forlagringstemperaturene.

## Virkning av daglengde og dyrkingstemperatur på dvale hos settepoteter

I et forsøk med tre daglengder (12, 18 og 24 timer kunstig vekstlys) kombinert med to dyrkingstemperaturer (18/12 og 12/9 °C) var dvalen ikke påvirket av daglengdene. Kjølige vekstforhold, derimot, ga også i dette forsøket den korteste dvaleperioden.



Figur 1. Varighet av dvale (+S.E.) ved ulike kombinasjoner av dyrkings- og forlagringstemperaturer. N=3.

## Virkning av lagrings- og lysgroingsregimer på vekst og avling

I dette forsøket over to sesonger så vi på den praktiske betydningen av ulike lysgroingsopplegg for settepoteter av ulik fysiologisk alder. Vi lagret settepotetene ved 3 og 6 °C gjennom vinteren, og lysgrodde knollene i 12, 8 eller 4 uker før setting. De tre lysgroingsperiodene var satt opp med høy eller lav temperatursum (ca. 400 og 200 døgngader>4). I alt 12 kombinasjoner av behandlingene.

Resultatene de to årene sett under ett viste ingen endytdige utslag for noen av behandlingene på spirings-tid, antall stenger pr plante, vekst, avling, tørrstoffinnhold eller størrelsesfordeling i avlingen.

## Konklusjon

Med hensyn til fysiologiske egenskaper (spiring, veksthastighet, avling og størrelsesfordeling) viser forsøkene at det lite å hente på valg av spesielle dyrkingsområder for settepoteter. Daglengder ser ikke ut til å spille noen rolle. Ulike dyrkingstemperaturer gir forskjeller i avling og modning, men etter vinterlagring ser det ut til at fysiologisk alder er jevnet ut og egenskapene ved praktisk dyrking er de samme. Basert på forsøk med Asterix er forklaringen på dette at lave dyrkingstemperaturer gir kortere dvale og dermed raskere fysiologisk aldring. Etter dyrking av Asterix ved middels og høy temperaturer (15 og 21 °C) kan dvalen forkortes betydelig ved rask nedkjøling til lagringstemperatur. Høy forlagringstemperatur (18 °C) i en måned ga den lengste dvaleperioden.

Lagringstemperatur (3 eller 6 °C), varighet på lysgroing og høy eller lav temperatursum under lysgroing ga ubetydelige utslag på vekst og avling hos Asterix.

## Referanser

- Johansen, T.J., Lund, L. & Nilsen, J. 2002. Influence of day-length and temperature during formation of seed potatoes on subsequent growth and yields under long day conditions. *Potato Research* 45:139-143.
- Johansen, T.J. & Nilsen, J. 2004. Influence of low growth temperatures on physiological age of seed potatoes. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 54:185-188.
- Johansen, T.J. 2005. Fysiologisk alder hos settepoteter. *Grønn kunnskap* 9(114):1-9.
- Johansen, T.J., Møllerhagen, P. & Haugland, E. 2008. Yield potential of seed potatoes grown at different latitudes in Norway. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 58:132-138.
- Molteberg, E.L., 2010 Nytt og nyttig om fysiologisk kvalitet av settepoteter. *Bioforsk FOKUS* 5(2):140-141.



# Flatskurv - noen resultater fra skurvprosjektet

Kartlegging av hvilke arter av *Streptomyces* som forårsaker flatskurv i potet i Norge er et av målene i "skurvprosjektet" ved Bioforsk PlanteHelse. Så langt har *Streptomyces scabies*/ *Streptomyces europaeiscabiei* og *Streptomyces turgidiscabies* blitt isolert fra om lag 200 prøver fra 13 fylker i Norge.

Merete Wiken Dees, Arild Sletten og Arne Hermansen  
Bioforsk PlanteHelse  
merete.wiken.dees@bioforsk.no

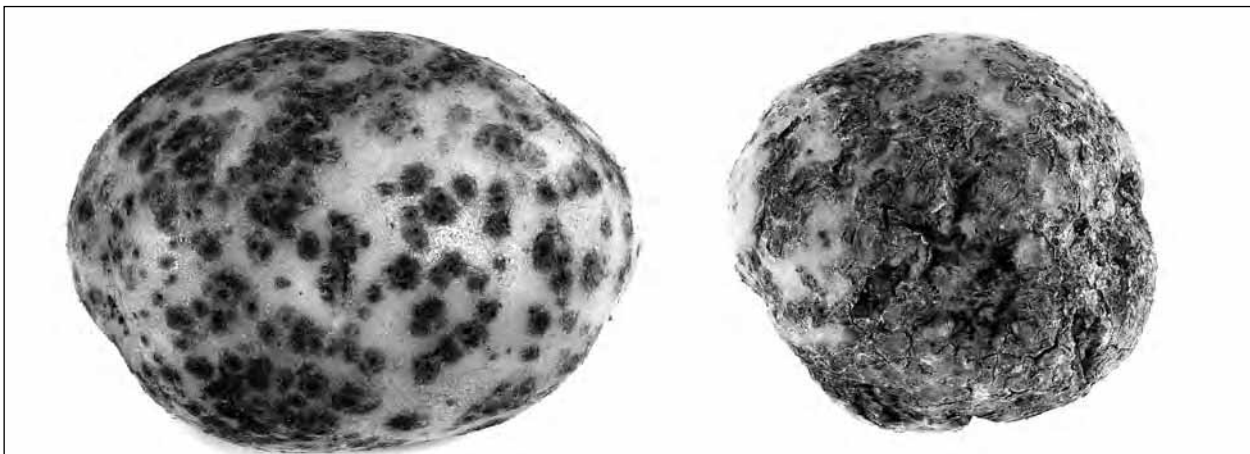
Skurv i potet har i de senere årene blitt et økende problem i Norge, særlig i markedet for matpotet. Skurvsymptomer kan forårsakes av mange patogener inkludert *Streptomyces* spp. (flatskurv), *Spongospora subterranea* (vorteskurv), *Helminthosporium solani* (sølvskurv), *Rhizoctonia solani* (svartskurv), *Polyscytalum pustulans* (blæreskurv), *Colletotrichum coccodes* (svartprikk) og frittlevende nematoder (*Pratylenchus penetrans*).

Hovedmålet for prosjektet "Improved potato quality by reduced skin blemish diseases (scab and scurf) in Norwegian potato production" (skurvprosjektet) er å utvikle og implementere metoder og tiltak som kan redusere problemene med skurv i potet. Prosjektet finansieres av Forskningsrådet, Fondet, Jordbruksavtalen og ulike aktører i potetbransjen. Kartlegging av hvilke arter av *Streptomyces* som forårsaker flatskurv i Norge er et av delmålene i dette prosjektet. Flats-

kurv har vært kjent i Norge siden 1920, men kunnskapen om flatskurvpatogenene er begrenset siden det ikke har vært noen studier av skurvsykdommer siden slutten av 1960-tallet.

*Streptomyces* spp. er jordboende, mycel- og spore-dannende bakterier. Kun en liten prosentandel av de flere hundre beskrevne arter er patogener på potet. Flatskurvbakteriene spres med jord, vann og infiserte settepoteter. Flatskurv på potet fører til kvalitetsreduksjon, mens avlingstap kun skjer i mer ekstreme tilfeller. Underjordiske plantedeler angripes, noe som resulterer i skurvlesjoner hovedsakelig i ytre vev. Symptomene kan variere fra få lesjoner i overflaten på knollen til dype, åpne skurvsår som dekker det meste av knolloverflaten (se figur 1).

*Streptomyces* spp. kan også forårsake sykdom på andre rotvekster som gulrot, kålrot, reddik og bete. *Streptomyces scabies* er den første beskrevne arten



Figur 1. Variasjon i flatskurvsymptomer.

Tabell 1. Tabellen viser foreløpige resultater fra undersøkelse av forekomsten av ulike arter som fører til flatskurv i Norge etter vekstsesongen 2008

Fylke	<i>S. europaeiscabiei</i> / <i>S. scabies</i>	<i>S. turgidiscabies</i>
Troms	X	X
Nord-Trøndelag	X	X
Sør-Trøndelag	X	
Møre og Romsdal	X	X
Hedmark	X	X
Oppland	X	X
Buskerud	X	
Telemark	X	
Vestfold	X	
Østfold	X	X
Akershus		X
Aust-Agder		X
Rogaland	X	X

som forårsaker skurv på potet og finnes over hele verden hvor potet dyrkes. I de senere år har *Streptomyces turgidiscabies* vist seg å forårsake flatskurv på potet i bl.a. Japan og Finland. En tredje art, *Streptomyces europaeiscabiei*, ble først beskrevet i Frankrike i år 2000, men er også funnet andre steder i Europa og i Nord-Amerika. Patogenitet i *Streptomyces*-slekten baserer seg på toksinet thaxtomin A som fører til symptomene på knollene. Det antas at thaxtomin A interfererer med celleveggsyntese i planter og toksinet produseres av både *S. scabies*, *S. turgidiscabies* og *S. europaeiscabiei*.

For kartlegging av utbredelsen av flatskurv i Norge, ble knoller fra partier med skurv fra ulike deler av landet undersøkt etter vekstsesongene 2008 og 2009.

*Streptomyces* ble forsøkt isolert fra enkeltlesjoner på knoller. Etter ekstraksjon av DNA fra renkulturer av *Streptomyces* spp., ble isolatene artsbestemt ved bruk av PCR. Isolatene ble også undersøkt for tilstedeværelse av genet som koder for thaxtomin A.

Til nå har 141 isolater av *S. scabies*/*S. europaeiscabiei* og *S. turgidiscabies* blitt isolert fra om lag 200 prøver fra 13 fylker i Norge (se tabell 1). Det viser seg at mangfoldet av *Streptomyces*-arter som fører til skurv er noe større enn først antatt. Dette kan gjøre bekjempelsen mer kompleks da artene har ulike vekstbetingelser og varierende toleranseevne overfor forskjellige miljøfaktorer. Kartleggingsarbeidet i prosjektet vil fullføres i 2010.

# Rødråte - et problem i 2009

Rødråte var i 2009 et problem for en del potetdyrkere. Prøver av poteter med symptomer viste ved isolering at *Phytophthora erythroseptica* var årsak til skaden. Artikkelen gir også en kort oversikt over biologien til og bekjempelse av dette patogenet.

Arne Hermansen, Maria-Luz Herrero, Elisa Gauslå og Ragnhild Nærstad  
Bioforsk Plantehelse  
arne.hermansen@bioforsk.no

## Innledning

Rødråte, forårsaket av den sopplignende organismen *Phytophthora erythroseptica* ble i 1969 første gang påvist i Norge, og skadegjøreren ble da isolert fra knoller med symptomer fra Østfold, Akershus, Oppland og Nordland (Bjør 1970).

Det har vært sporadiske problemer med rødråte i de 40 år sjukdommen har vært hos oss. I 2009 ble det rapportert om problemer hos enkelte dyrkere i ulike deler av landet. Dette var ikke overraskende siden nedbøren var mye større enn normalt i flere viktige potetdistrikt. Skadeomfanget var i utgangspunktet ikke stort, ofte bare 1-5 % av knollene med synlig angrep ved høsting, men førte til at flere partier ble avvist grunnet usikkerhet om kvaliteten til partiene. Denne artikkelen gir en oversikt over en "kartlegging" som ble foretatt over hva som var årsak til rødråteinfiserte knoller. Grunnen til at dette ble gjennomført er at det er rapportert om at flere arter av *Phytophthora* kan være årsak til rødråte (Stevenson et al. 2001). I tillegg gir denne artikkelen en kortfattet beskrivelse av symptomer, biologi og bekjempelse av sjukdommen.

## Rødråteprøver fra Norge i 2009

Bioforsk mottok prøver av potetknoller med rødråtelignende symptomer fra 9 ulike lokaliteter høsten 2009, i hovedsak via ulike enheter av Norsk Landbruksrådgiving. Det ble skjært ut små biter inne i knollene fra grensen mellom sjukt og friskt vev og lagt ut på ulike agartyper. Fra 7 av lokalitetene (4 i Vestfold, 1 i Østfold, 1 i Akershus og 1 i Oppland) ble det funnet eggsporesopp som ut fra morfologiske kriterier ble bestemt til *P. erythroseptica*. Disse 7 prøvene var av sortene Rutt, Aksel, Berber, Asterix, Troll, Innovator og Oleva. Sortene var dyrket i ulike jordtyper, og både sandjord, silt og mellomleire var

representert. Kun hos en av dyrkerne har rødråte blitt påvist tidligere. Antall år siden potet var dyrket på skiftet ved de 7 lokalitetene varierte fra 1 til 12 år, og ulike kornarter var viktigste vekselvekster. Fra 2 lokaliteter (1 i Hedmark og 1 i Troms) ble patogenet ikke påvist, men heller ingen andre kjente patogener ble funnet i disse prøvene. Denne begrensede "kartleggingen" tilsier at *P. erythroseptica* var hovedårsak til rødråte hos oss i 2009.

## Generelt om rødråte i potet

### Symptomer

Både ris, røtter, stoloner og knoller kan angripes av rødråtepatogenet. I felt vil sjukdommen vise seg som brune, vassne flekker på underjordiske stengler. Dette kan medføre visning av nedre blad og luftknollutvikling. Symptomene på knoller viser seg oftest seint i sesongen og er synlige ved høsting, men kan også først komme til syne etter at knollene har kommet inn på lageret. Knoller som ser friske ut ved høsting kan råtne fullstendig innen få uker på lager. Overflata på infiserte knoller er vanligvis mørkfarga, og overgangen mellom friskt og sjukt vev er ofte markert med en ekstra mørk sone. Knollene blir ofte fuktige ved at væskedråper skilles ut fra øyer og lenticeller. Råten har en viskelæraktig konsistens og ved gjennomskjæring blir det råtne vevet i knollen rosa etter 15-30 minutter, og blir deretter rødt og svart.

### Vertplanter

I tillegg til potet kan *P. erythroseptica* angripe tomat, spinat, vill ris, tulipan, og noen andre pryddplanter. I smittforsøk i pottes har patogenet gitt rotråte i korsblomstra vekster, bygg, hvete, rug, raigras, timotei, hestehov mfl (se referanser i Erwin & Ribeiro 1996).

### Livssyklus og biologi

Smitte av rødråtepatogenet finnes i jord i alle potet-

dyrkingsområder i verden. "Soppen" danner eggsporer (hvilesporer). Hvor lenge disse kan overleve i jorda er uklart, men 7 år er nevnt uten at det er godt dokumentert. Som nevnt over har også patogenet mange vertplanter utenom potet. Patogenet kan også ligge latent i knoller og dermed følge settepotetene. Sjukdommen er mest problematisk når temperaturen er over 20 °C og jorda er vannmetta i lengre tid. Rødråtepatogenet vokser innenfor temperaturintervallet 5-33 °C, og optimum er 20-27 °C. Infeksjoner skjer via åpne lenticeller, øyer eller sår.

Rødråtepatogenet danner zoosporer (svermesporer) som kan svømme i jordvannet mot verten. Ved infeksjoner av underjordiske deler vokser mycelet via stoloner til datterknollene. Etter hvert som smitta plantedeler går i oppløsning blir eggsporene frigjort til jorda. Potetknoller som infiseres via groøyne av zoosporer vil ikke alltid råtne før høsting. Knoller med overflatiske infeksjoner kan ha synlig mycel og oosporer, men kan også se friske ut når de blir plassert på lager. Disse kan råtne etter noen uker på lager eller forbli "friske" til våren. Patogenet kan også smittes ved kontakt på lager eller i forbindelse med sortering, men dette skjer bare dersom temperaturen er over 8-10 °C.

### Bekjempelse

Vekstskifte, hvor en har 4 eller flere år uten potet, vil sannsynligvis redusere jordsmitten, men andre vertplanter vil trolig medføre at smitten kan holde seg lenge på arealet når den første er introdusert. Betydningen av alternative verter er imidlertid noe uklar. Vi har ikke kjennskap til om det er forskjeller i mottakelighet blant potetsorter vi dyrker i Norge, men det er rapporter om sortsforskjeller andre steder i verden. Bruk av friske settepoteter er spesielt viktig for å unngå introduksjon av patogenet til nye arealer. Det er nylig utviklet en metode for PCR deteksjon av rødråtesmitte i knoller (Nanayakkara *et al.* 2009), men det blir ikke testet for dette patogenet i norsk settepotetavl. Setting i godt drenert jord og å unngå overdreven vanning er viktige forebyggende tiltak.

Behandling med metalaktyl i setteraden eller som sprøyting på bladene en til to ganger fra knollene er 2-3 cm i diameter har gitt gode resultater i en del utenlandske forsøk. Det er også observasjoner her i

landet om at en tidlig sprøyting med metalaktyl har hatt effekt mot rødråte. Blant annet i USA er det problemer med metalaktylresistent *P. erythroseptica* (Taylor *et al.* 2006), noe som har forverret problemene der. Det er også rapporter fra Australske forsøk om at andre fungicider som fluazinam og dimetomorf + makozeb har hatt effekt mot rødråtepatogenet (Wicks *et al.* 2000).

Knollene bør være godt avmodna ved høsting, og gode høsteforhold vil kunne begrense skader og mengde jord som følger med knollene inn. Skånsom høsting og innlagring samt rask opptørking av knolloverflata vil redusere infeksjonsfaren.

En bør unngå å høste "problemflekker" som våte partier av åkeren. Alternativt kan disse høstes separat. En bør prøve å sortere bort infiserte knoller før innlagring, men unngå sortering av rødråteinfiserte knoller med sekundær bløtråte, siden dette sprer sjukdommen til friske knoller. En bør lufte godt for å tørke opp bløtråteknoller. Deretter bør en sortere bort sjuke knoller og ha lagringsforhold som hindrer for mye fuktighet for å hindre patogenevekst og sjukdomsspredning. Dersom det er fare for rødråteutvikling på lageret bør temperaturen senkes. Knoller fra felt med mye smitte bør lagres separat for rask sortering og markedsføring.

### Referanser

- Bjor, T. 1970. Rødråte i potet. *Jord og Avling* 13(1):9-11.
- Erwin, D.C & Ribeiro, O.K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide, 562 pp. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Nanayakkara, U.N., Mathuresh S., Al-Mughrabi, K.I. & Peters, R.D. 2009. Detection of *Phytophthora erythroseptica* in above-ground potato tissue, progeny tubers, stolons and crop debris using PCR techniques. *American Journal of Potato Research* 86:239-245.
- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. & Weingartner, D.P. (eds) 2001. *Compendium of potato diseases* (second edition), 106 pp. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Taylor, R.J., Pasche, J.S. & Gudmestad, N.C. 2006. Biological significance of mefenoxam resistance in *Phytophthora erythroseptica* and its implication for the management of pink rot of potato. *Plant Disease* 90:927-934.
- Wicks, T.J., Davoren, C.W. & Hall, B.H. 2000. Fungicidal control of *Phytophthora erythroseptica*: the cause of pink rot of potato. *American Journal of Potato Research* 77:233-240.

# Resultater fra pilotprosjektstudie om potetcystenematoder

Gul og hvit potetcystenematode (PCN), er karanteneskadegjørere som reguleres av Matloven. Det er gjennomført et pilotprosjekt i samarbeid mellom Bioforsk, Julius Kühn Institutt og Norsk Landbruksrådgiving. Pilotprosjektet har gitt grunnleggende informasjon som kan gi mere effektiv bekjempelse av PCN. Samarbeidet føres videre i et nytt og større KMB-prosjekt.

Ricardo Holgado<sup>1</sup>, Björn Niere<sup>2</sup>, Jon Olav Forbord<sup>3</sup>, Arne Vagle<sup>4</sup> og Christer Magnusson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Julius Kühn Instituttet, Tyskland, <sup>3</sup>Stjørdal og omegn forsøksring, <sup>4</sup>Norsk Landbruksrådgiving Rogaland.

ricardo.holgado@bioforsk.no

## Innledning

Nematoder er mikroskopiske rundormer som lever i jord, planter og dyr. De fleste er saprofytter, men noen fremkaller alvorlige skader på kulturplantene ved at de suger på røtter, utløpere, knoller og andre plantedeler. I Norge har PCN (*Globodera* spp.) vært kjent siden 1954 (Øydvin, 1978). Når PCN populasjonen er blitt etablert, viser symptomer på angrep seg vanligvis i felt som flekker med kortvokste planter. PCN kan overleve i lang tid uten vertsplante. Infeksjon med PCN fører til økte produksjonskostnader, tap i eiendommens salgsverdi og økonomiske problemer for potetindustrien. De samfunnsmessige konsekvensene er derfor mye større enn avlingstapet. I pilotprosjektet har det blitt gjennomført studier mht å forbedre bekjempelse av PCN i Norge. Resultatene fra pilotprosjektet har gitt grunnlaget til en ny og utvidet søknad om et prosjekt innen området bekjempelse av PCN.

## Målsetning for prosjektet

Målsetning for prosjektet er: å starte studier for økt kunnskap om biologien til PCN med hensikt å forbedre bekjempelsen.

Delmål: (1) Klarlegging av virulens i 5-10 valgte populasjoner. (2) Start av studier for klarlegging av

forekomst av mikroorganismer som antagonister til PCN, (3) Undersøkelse av agronomiske egenskaper hos *Solanum sisymbriifolium* (fjøresøtvier) i felt. (4) Skrive en søknad til en KMB-prosjekt innen området bekjempelse av PCN.

## Resultater fra prosjektet

### Klarlegging av virulens i valgte populasjoner.

Syv PCN populasjoner ble studert. Populasjonene er fra Nord Trøndelag, Rogaland, Rygge, Ringerike, Vestfold og 2 fra Hedmark.

Nematodene ble identifisert til art med mikroskopi (Stone 1975) og iso-elektrisk fokusering (Fleming & Powers 1998). Populasjonen fra Nord Trøndelag og Rogaland tilhører hvit PCN, mens andre populasjoner tilhører gul PCN. Patotypetester av disse populasjonene gjennomføres ved Julius Kühn Institutt.

### Forekomst av mikroorganismer som antagonister til PCN

Potetsortene Beate og Desirée ble satt i jord fra Nord Trøndelag (6 lokaliteter) og i Rogaland (5 lokaliteter) i avsagde petriskåler 14 cm diameter (Holgado & Crump 2003). To skåler per lokalitet med gul og hvit PCN. Cyster fra gul og hvit PCN fra hver skål ble knust og egg med antatt infeksjon av sopp ble podet

Tabell 1. Forekomst av nematodeantagonister i Nord Trøndelag og Rogaland

PCN	Fylke	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Pochonia chlamydiosporia</i>	Andre
<i>G. rostochiensis</i>	Nord Trøndelag	5 lokaliteter	2 lokaliteter	2 lokaliteter
	Rogaland	2 lokaliteter	1 lokalitet	2 lokaliteter
<i>G. pallida</i>	Nord Trøndelag	2 lokaliteter	3 lokaliteter	
	Rogaland	2 lokaliteter	5 lokaliteter	1 lokalitet

på Corn Meal Agar. De isolatene ble podet videre til Semi-selektive medier med agar +antibiotika (Kerry 1991). Egg med infeksjon av sopp ble også preparert og mikroskopert. Hvite hunner med symptomer på soppangrep ble plassert i skåler med fuktig papir, og observert for utvikling av sopp. Det ble konstatert *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* og sannsynligvis soppen *Catenaria* spp. i Nord Trøndelag og i Rogaland (tabell 1). *Catenaria auxiliaries* er blitt rapportert (Tribe 1977) som cysteparasitter. Påvisning av nematodeantagonister er veldig lovende og kan bety noe for naturlig kontroll av PCN.

#### Agronomiske egenskaper av fjøresøtvier

Fjøresøtvier er rapportert som fangstplante for PCN, planten er aktuell for bekjempelse av PCN da den kombinerer sterk stimulering av klekking, samtidig som den er fullstendig resistent mot PCN (Scholte 2000). Sommeren 2009 ble det gjennomført prøve- dyrking av fjøresøtvier sort "White Star" på Frosta i Nord Trøndelag og på Særheim i Klepp i Rogaland. På Frosta ble det sådd i to omganger. Første omgang ble vårsåing med potet som forkultur, og andre omgang ble såing etter opptaking av tidligpotet. Vårsåing: Feltet ble sådd 19. mai under fine forhold med jordtemperatur på 18 °C. Det ble sprøytet med Titus 2 g/dekar, mot frøugras 7. juni. I tillegg til Titus, ble det også prøvd en moderat dosis av Fenix, men en dose på 20 ml pr dekar, var ikke nok til å bekjempe frøugras. De største utfordringene med etableringa av fjøresøtvier, var å få til grunn nok såing og en effektiv ugrasbekjemping. Ugrasproblemet ble etter hvert så stort, at det tok fullstendig overhånd. Fjøresøtvier etter tidligpotet: Det ble brukt to måter for å så fjøresøtvier etter tidligpotet. Midt i juli ble det under gunstige forhold både radsådd og breisådd fjøresøtvier på Frosta. Radsåinga ble gjort med såstav og ved breisåinga ble frøet strødd utover og molda ned med ei rive. Begge metodene ga bra spiring, og det var ingen store ugrasproblemer ved 2. såtid. Uten gjødsling ble de største plantene om lag 30 cm høge før frosten avslutta veksten midt i oktober. På Særheim i Klepp i Rogaland ble det sådd den 12. mai. Det var en lengre tørkeperiode rett etter såing. Muligens medårsak til dårlig spiring. 26. juni ble det sprøytet med Titus 2 g/dekar mot Linbendel som dominerte feltet, men senere tok tungraset overhånd, det ble håndlukt. Etter hvert kom det enkeltplanter av fjøresøtvier, og det ble også håndlukt for å gi mer plass til enkeltplantene. På grunn av dårlig spiring i hele feltet ble det vanskelig å se forskjell på å så med

12,5 cm og 25 cm radavstand. Plantene vokste seint og ble ca 40-50 cm i løpet av september. Plantene ble i slutten av september sprøytet og visnet ned.

Oppsummering på Frosta og på Særheim i Klepp Det er sannsynligvis fullt mulig å få til etablering av fjøresøtvier, men ved vårsåing er det nødvendig med bruk av falskt såbedd og tiltak for å sikre grunn nok såing. Dersom ugraset får spire før det blir svidd ned før såing av fjøresøtvier, er det sannsynlig at den vil klare konkurransen mot ugras som spirer etterpå. I tillegg bør preparatene Titus og Fenix utprøves mer mot frøugras.

#### Søknad til et KMB- prosjekt innen området bekjempelse av PCN

Søknad som ble sendt til SLF/Norges Forskningsråd i september 2009, ble innvilget.

#### Takk

Vi vil gjerne takke Norges forskningsråd, Maarud AS og Mattilsynet for økonomisk støtte, Bonsak Hammeraas, Kari-Ann Strandenæs og Irene Rasmussen ved Bioforsk Plantehekse for teknisk hjelp.

#### Referanser

- Fleming, C.C; & Powers, O.T. 1998. Potato cyst nematode diagnostic: Morphology, differential hosts and biochemical techniques 91-114, : Marks, R.J. & Brodie, B.B: (eds.) Potato cyst nematodes CAB International Wallingford, UK
- Holgado, R. & Crump, D.H. 2003. First record on the occurrence of nematophagous fungi parasitizing cyst nematodes in Norway. International Journal of Nematology 13:65-71.
- Kerry, B.R. 1991. Methods for studying the growth and survival of the nematophagous fungus, *Verticillium chlamydosporium* Goddard, in soil. In Methods for studying nematophagous fungi, pp. 34-38 (eds B. R. Kerry and D. H. Crump). IOBC/WPRS Bulletin XIV/2.
- Scholte, K. 2000. Screening of non-tuber bearing solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. Ann. appl. Biol. 136:315-322.
- Tribe, H. T. 1977. A parasite of white cysts of *Heterodera: Catenaria auxiliaries*. Transactions of the British Mycological Society 69:367-376.
- Stone, A.R. 1975. Taxonomy of potato cyst-nematodes. EPPO Bull.5:79-86.
- Øydvin, J. 1978 Studies on Potato Cyst-Nematodes, *Globodera* spp. (Skarbilovich) and the use of plant resistance against *G. rostochiensis* (Woll.) in Norway Växtskyddsrapporter. Avhandlingar 2:37pp.

# Avling og kvalitet av karve (*Carum carvi*) samla inn frå heile landet

Det vart samla inn 71 frøparti av vill karve frå alle fylker i landet. Det vart planta ut karve i september 2007 på Bioforsk Øst Apelsvoll på Østre Toten i Oppland. Karvefrø vart hausta i juli månad 2009. Det var stor variasjon i vekseform og avling. Høgast frøavling hadde karveplanter frå frø samla inn i Røyken, med 23 gram per plante.

Gunhild Børtnes og Ruth Mordal  
Bioforsk Øst, Apelsvoll  
gunhild.bortnes@bioforsk.no

I tidlegare tider vart det samla inn store mengder viltveksande karve. Weisæth (1975) oppgir at det i 1884 vart eksportert 723 000 liter ut frå Norge. I 1973 vart det importert 64 tonn karve til Norge. Dette året kom 50 tonn frå Polen og 11 tonn frå Danmark. I Danmark har dei ikkje dyrka karve etter 2007.

Bioforsk Øst Kise, starta for ca 15 år sidan å undersøkje vilkåra for norsk karveproduksjon. Det var då ikkje karveproduksjon i Norge. Forsøksresultata frå det arbeidet som då vart utført har gitt grunnlag for ein dyrkingsmetode som no vert nytta av om lag 15 norske produsentar (Dragland *et al.* 2004). Karveproduksjonen dekte i 2004 den norske etterspurnaden, og ga i tillegg eksport av 35 tonn. Det aller meste av denne produksjonen skjer på Inderøy i Nord-Trøndelag. Det finst ein større produsent i Vestfold, og nokre produsentar som dyrkar karve til bruk i egne urteblandingar som dei sel på Bondens Marked ol. Dyrkinga bygger på såfrø fra viltveksande karve i distriktet.



Figur 1. Karveblomst 3. juni på Bioforsk Øst Apelsvoll. Planter frå frø samla inn i Leirskardalen i Korgen. Foto: G. Børtnes.

Det er ikkje utført samanlikning med eigenskapar hjå frø frå viltveksande karve i ulike distrikt. Utsiktene er derfor stor for å kunna finna karve-proveniensar med betre eigenskapar enn det som fins i materialet frå Inderøy. Dei nyttar karve frå eige distrikt. Det fins fleire karvesorter som er utvikla i land lengre sør. Bioforsk Øst Kise har tidlegare gjennomført forsøk med slike sorter. Norske karveprodusentar vil kunna få ein konkurransefordel i marknaden ved å tilby karve av "arktisk opphav".

## Gjennomføring

Det blei i 2006 via NRK radio spurt etter karvefrø frå heile landet. Det kom inn frø frå 71 stader i landet, frå Finnmark i nord til Agderfylka i sør. Sommeren 2007 blei frøa sådd i pluggbrett i veksthus saman med den norske karvesorten Polaris. Denne sorten var det i si tid Gunnar Weisæth, som arbeidde ved Norges Landbrukshøgskole (no UMB), opphavsmannen til. Det vart sådd 2-3 frø per plugg. Av dei innsamla frøpartia var det berre 63 som spirte. Vi valde så bort dei 9 svakaste frøpartia. På Bioforsk Øst, Apelsvoll blei det 14. september 2007 planta felt med 53 ulike frøpartia saman med den norske sorten Polaris. Feltet vart lagt ut med tre gjentak. For å unngå krysspollinering av dei ulike frøpartia dekkja vi våren 2009 kvar rute på feltet med duk som var spent over rammer som var bøygd til av armeringsjarn. Haustinga av karve vart avslutta 28. juli. Det vart registret avling og blomstringsperiode. Frøa med opphav i dei innsamla frøpartia vart sendt til analyse ved Plantebiosenteret, NTNU i Trondheim. Frøa vart analysert for innhald av eterisk olje og komponentar i olja.

## Resultat av avling og innholdsstoff

Sjølvs om karve som veks vilt i Norge er ei toårig plante, som blomstrar andre året, blomstra ikkje karvefeltet før i 2008. Blomstringstid varierte mellom frøpartia, men dei første frøpartia starta blomstringa alt 12. mai medan andre hadde blomstring til i slutten av juni.

### Avling

Frøa blei hausta i perioden 23. til 28. juli og lufttørka i korntørke med uteluft.

Det var stor variasjon i avlingsnivå. Sorten Polaris ga 16,8 g frø per plante, medan karveplanter med opphav i Røyken ga mest med heile 22,8 g. Men også plantemateriale med opphav i Rana i Nordland, Nærøy og Inderøy i Nord-Trøndelag og Hå i Rogaland ga over 20 g frø per plante.

Ein del av frøpartia ga avlingsnivå heilt under 10 gram per plante.

### Innholdsstoff, olje med komponentar

Prosent eterisk olje låg mellom 3,75 til 5,50 av olja. Middell for alle analyserte prøvar var 4,63 %. Av dei 40 prøvane som vart sende til analysre låg 25 % av prøvane på 5 % olje eller meir. Ved detektering og identifiasjon finn ein til vanleg 98 til 99,9 % av stoffa i olja. I våre karveprøvar viste oljesamansetninga liten variasjon med omsyn til tal komponentar. Komponentane carvone og limonene var dei viktigaste stoffa og låg til saman langt over 90 % av komponentane i olja. Desse to komponentane varierte også mest i høve til dei andre komponentane.

### Diskusjon og konklusjon

Resultata som er omtala her er frå berre eit felt og må vurderast ut frå det. Manglande blomstring i 2008 skuldast truleg at karveplantene som vart sette ut i felt medio september var alt for små. For å bli påverka til blomstring må plantene ha fått ein viss

storleik for å kunna bli påverka av låge temperaturar for å blomstra (juvenil fase/ungdomsfase). Det er stor variasjon for genotype når det gjeld å bli påverka til blomstring (Bjerke 1997). I vårt forsøk vart i alle fall ingen av plantene frå dei ulike innsamala frøpartia store nok for å kunna bli induserte til blomstring andre året. Normale avlingar av karvefrø per dekar ligg på 100 til 250 kg per dekar. I forsøk har ein vore opp i 350 kg per dekar. I forsøk i 1994 (Dragland *et. al* 1996) fekk dei avling som svara til ca. 16 gram/plante eller 330 kg per dekar. Dei brukte då sorten Sylvia. I vår prøving var gjennomsnittsavling per plante med opphav på Inderøy 21 gram. Det meste av arealet i Norge i dag vert dyrka med karvefrø frå Inderøy. Karvefrø inneheld til frå 3 til 7 % eterisk olje. Av komponentane i olja utgjer til vanleg karvon 40 til 55 % og limonen 40 til 55 % (Galambosi 1994). Resultata i våre prøvingar ligg innan dette området med eit midlare oljeinnhald på 4,63 %. Oljeinnhaldet i frø med opphav i Inderøy var på 5,25 %, og låg såleis innan dei 8 % beste frøpartia for olje, og for avling innan dei 10 % beste innsamla frøpartia. Men innan materialet som er samla inn kan det vera mogeleg å finna potensiale til betre avlingsresultat både for kg avling per dekar og for kvalitet på olje og innholdsstoff.

### Referansar

- Bjerke, K. L. 1997. Vernalisering av karve. *Planteforsk Grønn Forskning* 14/97. S. 97-103. ISBN 82-479-0028-9.
- Dragland, S. & Aslaksen, T. H. 1996. Prøvedyrking av karve (*Carum carvi* L.) Virkninger av såtid og såmengde ulike steder i Norge. *Norsk landbruksforskning* 10:159-165.
- Dragland, S. & Børtnes, G. 2004. Norsk urteproduksjon i 10 år. Hva har skjedd og hvordan er framtidsmulighetene? *Planteforsk Grønn kunnskap* 8(6) 42 s.
- Galambosi, B. 1994. Økologisk urtedyrking. 120 s. ISBN 82-90598-16-5.
- 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. ISBN 82-576-5529-5.



# Nitrogenmineralisering fra organiske materialer aktuelle til gjødsling av økologiske grønnsaker

Ingunn Øvsthus<sup>1</sup>, Christian Uhlig<sup>2</sup> og Tor Arvid Breland<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Nord, Bodø, <sup>2</sup>Bioforsk Nord, Holt, <sup>3</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap  
ingunn.ovsthus@bioforsk.no

## Innledning

Nitrogen (N) er ofte en begrensende faktor for dyrking av grønnsaker, spesielt i økologiske produksjonsformer, hvor N-forsyningen betyr svært mye for kvalitet, avling og økonomisk utbytte. Utstrakt spesialisering av husdyr- og planteproduksjon medfører at det kan være en utfordring å dekke N-behovet til næringskrevende grønnsaker i økologisk dyrking. Det er derfor aktuelt med tilførsel av organisk N fra andre kilder enn de som tradisjonelt finnes på gården. Disse kildene bør helst finnes lokalt, da et viktig mål i økologisk produksjon er å basere seg på lokale næringsstoffkretsløp. Det er nærliggende å se behovet for næringstilførsel til økologisk produksjon i sammenheng med behov for miljøvennlig håndtering og utnyttelse av næringsrikt organisk avfall fra andre sektorer. Kunnskap om mønsteret for N-mineralisering fra organisk materiale, både stedeget og tilført, er av stor betydning for gjødselplanlegging. N-mineraliseringen avhenger i stor grad av kvaliteten på det organiske materialet. Før man evt. tar i bruk organiske materialer av forskjellig kvalitet i økologisk grønnsakproduksjon, er det derfor nødvendig å undersøke deres frigivningsmønster for plantetilgjengelig N under omsetning i jord ved kontrollert temperatur og fuktighet. Målet med dette forsøket var å studere dy-

namikken til N-mineralisering fra organiske materialer aktuelle som gjødsel i økologisk grønnsaksdyrking.

## Material og metoder

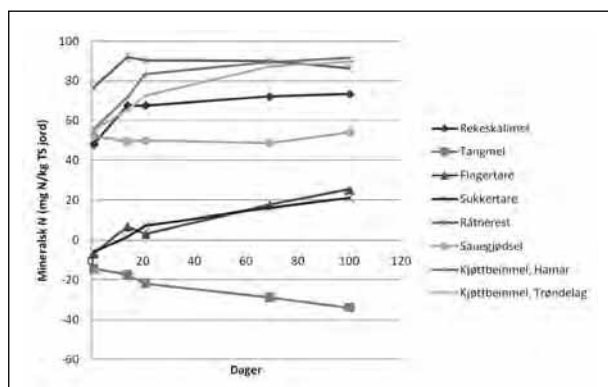
Det ble valgt ut åtte potensielle organiske gjødseltypene med svært forskjellig kjemisk innhold og opprinnelse (tabell 1). Kriteriene for utvalget var at ressursene er tilgjengelig lokalt eller basert på avfall.

For bestemmelsen av N-mineralisering ble alle gjødseltypene blandet med moldholdig mellomsand med 2,1 % organisk C, 0,17 % Kjeldahl-N og pH 5,1 (Haraldsen 1989). Jorda ble hentet fra de øverste 20 cm av forsøksareal på Vågønes i oktober 2007 og plassert på kjølelager under plast før bruk i april. Før sammenblanding ble jorda lufttørka og sikta (2 mm maskevidde). Organisk materiale tilsvarende 30 kg N/daa (110 mg N/kg TS jord) ble blanda med jord i porsjoner tilsvarende 100 g jord-TS. Blandingene av organisk materiale og mineraljord ble så fylt i et 2 dl glass og tilsatt vann til fuktighet tilsvarende feltkapasitet. Blandingene av jord og organisk materiale ble inkubert ved 15 °C i 100 dager. Vanninnholdet i prøvene ble holdt konstant igjennom hele forsøksperioden (etterfylling 1-2 ganger pr uke). Etter 1, 14, 21, 69 og 100 dager ble 3 prøver fra hvert forsøksledd

Tabell 1. Utvalgte kvalitetsegenskaper for de organiske materialene

	Kjeldahl-N (g/100 g TS)	Ammonium-N (mg/100 g TS)	Nitrat-N (mg/100 g TS)	Totalt C (g/100 g TS)	C/N- forhold	Tørrestoff (%)
Rekeskallmel	7,2	3,25	0,8	32,2	4	92,9
Tangmel	1,1	6,4	1,13	36,2	33	89,1
Sukkertare	2,1	27,1	70,8	30,1	14	90,8
Fingertare	1,7	24,4	15,7	33,8	20	90,5
Sauegjødsel	3,1	1030	<1,2	39,6	13	19,2
Råtnerest (fra biogassreaktor)	0,22 <sup>1)</sup>	151 <sup>2)</sup>	0,22 <sup>2)</sup>	0,28 <sup>1)</sup>	1,3	1,45
Kjøttbeinmel (Hamar)	9,31	70,5	1	29,4	3,2	95,2
Kjøttbeinmel (Trøndelag)	7,42	35,2	4,25	i.m. <sup>3)</sup>	i.m.	96,6

<sup>1)</sup> g/100 ml, <sup>2)</sup> mg/100 ml, <sup>3)</sup> i.m. = ikke målt



Figur 1. Mineralisk nitrogen (ammonium-N og nitrat-N) fra potensielle organiske gjødselmidler tilsatt jord og inkubert ved 15 °C og kontrollert fuktighet, beregnet som differanse i mineral-N mellom jord med og uten tilsetning.

fjernet fra inkubatoren og analysert for nitrat-N og ammonium-N ved Bioforsk Øst Apelsvoll.

## Resultater

Mineraljorda uten tilsetning av organisk materiale (kontroll) inneholdt 17,3, 19,0, 23,7, 31,2 og 37,0 mg mineral-N/kg jord-TS etter henholdsvis 1, 14, 21, 69 og 100 dagers inkubasjon. Figur 1 viser mineral-N fra de ulike organiske materialene under inkubasjonsperioden, beregnet som differanse mellom jord med og uten tilsetning. Bortsett fra tangmel gav alle gjødslertyper mer tilgjengelig mineral-N enn kontrolljorda i løpet av inkubasjonsperioden. Råtnerest og sauegjødsel, som i utgangspunktet inneholdt mye mineral-N (tabell 1), gav bare en liten ekstra økning, dvs. netto N-mineralisering, i løpet av inkubasjonsperioden. Fingertare, sukkertare, kjøttbeinmel og rekeskall gav størst N-mineralisering.

Det var en klar, negativ sammenheng mellom C/N-forhold i materialene (x; tabell 1) og netto effekt på mineral-N i jord etter 100 dager (y; figur 1):  
 $y = -3,85x + 94,1$ ;  $R^2 = 0,94$ .

## Diskusjon

Resultatene fra inkubasjonsforsøket med de åtte organiske materialene som ble undersøkt med tanke på fremtidig bruk som N-gjødsel, indikerer tre typiske mønstre: 1) immobilisering av N (tangmel), 2) lave startverdier etterfulgt av netto N-mineralisering (finger- og sukkertare) og 3) høye startverdier eller rask N-frigivning etterfulgt av moderat eller nesten ingen videre økning i mineral-N. I praksis vil dette si at tangmel ikke vil ha N-gjødselvirkning, men vil føre til at nitrogenet som tilføres jorda, bindes i organisk form (immobilisering). De lave verdier av

mineral-N for sukkertare og fingertare i starten og relativt beskjeden mineralisering totalt viser at disse materialene neppe egner seg til N-krevende grønn-saker. Imidlertid vil faren for N-tap til miljøet trolig være moderat, og de kan være aktuelle som kilde for mineral-N senere i vekstsesongen. De andre materialene frigir det meste av det plantetilgjengelige nitrogenet innen ca. 20 dager ved 15 °C. Gjødselvirkingen til disse materialene vil altså være rask, men de vil også medføre fare for N-tap hvis de blir tilført i perioder med moderat behov for plantetilgjengelig N. Muligens kan en kombinasjon med materialer som fører til immobilisering eller langsommere N-mineralisering, være aktuelt for å oppnå best mulig synkronisering med plantenes N-opptaksmønster. Blant de materialene som gav rask økning i mineral-N, var det betydelige forskjeller i totale mengder frigitt og følgelig forventet gjødselvirkningsgrad av den tilførte mengden N (tilsvarende 30 kg N/daa). Den høye forklaringsgraden for C/N-forhold på mineral-N etter 100 dager er nok noe tilfeldig. De allerede omsatte materialene sauegjødsel og råtnerest og de uom-satte materialene sukker- og fingertare, hadde svært forskjellig mineraliseringsmønster. Forklaringsgraden vil derfor avhenge av hvilket tidspunkt man velger for regresjonsanalysen. Det er nødvendig å bruke dynamiske simuleringmodeller som tar hensyn til både omsettelighet og N-konsentrasjon i tilført materiale for å kunne beskrive de observerte forskjellene i N-dynamikk (Henriksen *et al.* 2007).

## Konklusjoner

Forsøket viser at aktuelle N-kilder til økologisk grønn-sakdyrking gir betydelige forskjeller i plantetilgjengelig N under inkubasjon i jord både når det gjelder totale mengder og frigivningsmønster. Forskjeller i C/N-forhold mellom de tilførte materialene forklarte mesteparten av variasjon i total N-mineralisering etter 100 dager. Videre arbeid med dynamiske modeller vil imidlertid være nødvendig for utnytte kunnskapen om forskjeller i N-dynamikk til å synkronisere N-tilførsel gjennom en vekstsesong med plantenes N-opptaksmønster.

## Referanser

- Henriksen, T.M., Korsæth, A., Breland, T.A., Stenberg, B., Jensen, L.S., Bruun, S., Gudmundsson, J., Palmason, F., Pedersen, A. & Salo, T.J. 2007. Stepwise chemical digestion, near-infrared spectroscopy or total N measurement to take account of decomposability of plant C and N. *Soil Biology & Biochemistry* 39:3115-3126.
- Haraldsen, T.K. 1989. Jorda på Vågønes forskningsstasjon, Bodø, Nordland. *Norsk landbruksforskning, supplement Nr 6*, 36-37.

# Frøkvalitet i matkålrot

Begrepet frøkvalitet blir nok først og fremst assosiert med frøets spireevne. Frøkvaliteten omfatter imidlertid langt flere egenskaper enn vi vanligvis tenker over, og her skal vi oppsummere de viktigste av dem.

Helge Oskarsen  
Agrokonsult AS  
ho@agrokonsult.no

Frøkvalitet kan grupperes etter biologiske, tekniske og formelle egenskaper slik:

Biologiske egenskaper:

- Artens/sortens arveegenskaper
- Frøets spireevne
- Frøets sunnhet

Tekniske egenskaper:

- Frøvarens renhet
- Frøvarens vanninnhold
- Frøstørrelse i volum og vekt

Formalegenskaper

- Klassifikasjon
- Avlsmetode: konvensjonell eller økologisk

En rekke av disse egenskapene tas for gitt, men er egentlig ingen selvfølge. Spireevnen er vesentlig, men vi skal gå gjennom egenskapene etter tur. De fleste av frøvarens varekvalitetsegenskaper framkommer på analysebeviset fra Kimen Såvarelaboratoriet.

En absolutt og avgjørende egenskap er selvfølgelig at frøet er bærer av artens og sortens arveegenskaper. For kålrot berører dette egenskaper som bladfeste, skoltfarge, rotfasong, vekstrytme, rotstørrelse, kjøttfarge, smak, lagringsevne. De kålrotsortene som for tida er mest aktuelle for matproduksjon er 'Vige' og 'Vigod'. 'Vige' er foredlet i Troms, og har i mange år vært den mest brukte matkålrotsorten i landet. 'Vigod' er foredlet ut fra 'Vige', og er særs ensartet p.g.a. foredlingsmetoden som er brukt. Det er også flere 'Bangholm'-sorter som brukes, for eksempel 'Olsgård' og 'Ruta Øtofte'.

Frøvarens renhet uttrykkes som varens innhold av rent frø, andre kulturfrø, ugrasfrø og avfall. Renheten

bør være så høy som mulig for å unngå spredning av annet enn det ønskede frøet. Kålrotfrø er vanligvis enkelt å rense, og 100 % renhet er helt vanlig.

Frøvarens vanninnhold bør for kålrots vedkommende være på om lag 8 % for å være godt lagringsdyktig. Tørkingen av frøet bør være gjennomført skånsomt.

Frøets sunnhet beskriver i hvilken grad frøet er be-fengt med sjukdommer som vil være av betydning i spiringsprosessen eller seinere i plantas liv. Det siktes her til stor/liten skulpesopp, kålrottråte, fusarium.

Kålrotfrø er som kjent kulerundt, og i flere år har vi operert med to størrelser frødiameter på salgsvaren: 1,6-1,8 mm og 1,8-2,0 mm. Dette er av teknisk interesse i forbindelse med såing. Frøstørrelsen (volum) og såingsutstyret må være tilpasset hverandre. Såingsutstyret leverer normalt ett og ett frø, og det er viktig å unngå at ingen eller to og to frø blir levert samtidig, da dette vil forårsake henholdsvis "sprang" i åkeren eller behov for tynning. Det er imidlertid ikke påvist at frøstørrelsen virker inn på total eller salgbar rotavling (Dragland 1991).

Frøstørrelsen uttrykkes også ved frøvekt, eller antall frø pr. gram. Antallet frø pr. gram varierer selvfølgelig med størrelsessorteringen (1,6-1,8 mm kontra 1,8-2,0 mm), men også fra frøparti til frøparti, og "normal" frøvekt for matkålrotfrø er om lag 370 og 300 frø pr. gram henholdsvis for de to størrelsessorteringene. Dette er av betydning for beregning av frøforbruket. "Normalt" frøforbruk er 40-50 gram frø pr. dekar, som tilsvarer om lag 15 000 planter pr. dekar, og som forutsetter tynning. Enkelte prøver også å halvere frøforbruket og slippe tynningsoperasjonen.

Det som her er kalt formalegenskap henspiller på om frøet er sertifisert eller ikke. Sertifiseringen klassifi-

serer frøvaren etter hvilken generasjon den har hatt i oppformeringsystemet. De klasser som frø inndeles i, er foredlervare, prebasis, basis og sertifisert vare. Av de nevnte klasser er det bare klassen sertifisert vare som skal benyttes til matkålrotproduksjon, de tidligere generasjonene skal bare benyttes som såvare i oppformeringsammenheng. I mange tilfelle vil riktignok klasse basis bli benyttet som såvare i praktisk bruk, men blir da omsatt som klasse sertifisert vare. Også en rekke andre kriterier enn generasjonen skal være oppfylt før frøet blir sertifisert, for eksempel minimumskrav til renhet og spireevne, og krav til minimumsavstand til annen sort under frøavl for å unngå kryssbestøvning. De fleste formelle kravene som stilles i sertifiseringsprosessen blir greit oppfylt, da de ligger langt lavere enn de krav som markedet stiller.

Spireanalysen for matkålrotfrø omfatter normale spirer ("spireevne"), spirehastighet, abnorme spirer og døde frø. Av disse parametrene er det normale spirer og spirehastighet som er de mest interessante for en matkålrotdyrker. Spirehastighet og spireevne er etter ISTA-reglene (International Seed Testing Association) antall frø av 100 som har gitt normale spirer etter henholdsvis 5 og 14 døgn. Som nevnt forutsettes det nærmest at alle sådde frø skal spire og danne ei plante. Det innebærer at frøpartier med spireevne mindre enn 95 % er lite interessant for profesjonelle matkålrotdyrkere. Frø med eksakt frøstørrelse som nevnt over, og spireevne minst 95 % kalles presisjonsfrø. Spirehastigheten forventes å være nær oppunder spireevnen. Spirekvaliteten reduseres etter hvert som frøet eldes. Dette gir seg først utslag i redusert spirehastighet. Dette vil i praksis si at frøene behøver lengre tid for å spire. Spireevnen kan holde seg oppe mye lenger enn spirehastigheten, men sjøl om spireevnen er høy, vil frø med lav spirehastighet ofte danne svakere planter med dårligere konkurransekraft enn frø med høy spirehastighet.

For å oppnå god spireevne på frøet ved høsting er det best å utføre høstearbeidet manuelt. Frøstenglene med skulper høstes enten med sigd eller slåmaskin, og legges på presenning til tørk under tak. Tresking utføres ikke før frøet er relativt tørt, og kan gjerne utføres ved tråkking i massen. Etter tråkking kan massen sendes gjennom en skurtresker for å få ut det siste av frø. Dersom frøet ennå er for fuktig, må

det tørkes ned til om lag 8 % vanninnhold, helst uten tilsatsvarme.

Frøet må deretter renses for å fjerne vegetative planterester, frø av andre arter, jordpartikler, smått kålrotfrø, kløyvde frø og lignende. Rensing foregår med såld og luft, deretter med rullebånd. Etter rensing størrelsessorteres frøet. Rensingen og størrelsessorteringen er i seg sjøl operasjoner som sliter på frøet og som dermed reduserer spireevnen. Til slutt analyseres frøet hos Kimen såvarelaboratoriet og sertifiseres hos Mattilsynet.

En stor andel av frøet er mindre enn 1,6 mm, og en del partier har dårligere spireevne enn 95 %. Kvantumsmessig er det bare 20-25 % av ferdig tørket råvare som tilfredstiller kravene til presisjonsfrø når det er ferdig produsert.

Ferdig produsert frø kan gjerne lagres kjølig, men må framfor alt lagres tørt. Lagring i tette beholdere på fryselager er utmerket. Spireevnen til kålrotfrø og frø av andre Brassica-arter kan under gode lagringsforhold holde seg meget høy (over 90 %) i lang tid (20-25 år) dersom kvaliteten i utgangspunktet var god (Reitan 1977).

## Referanser

- Dragland, S. 1991. Frøstørrelse, sådybde og spiretemperatur ved kålrotproduksjon. Norsk Landbruksforskning 5:125-130. ISSN 0801-5333.
- Reitan, A. 1977. Lagring av kålfrø. Forskning og forsøk i landbruket 28:487-495.

# Tiltak og strategiar for kostnadseffektivt ugrasreinhald i kålrot

Kålrotprosjektet "Endra produksjonsmetodar for kålrot - nye tiltak og strategiar for kostnadseffektivt ugrasreinhald 2009 - 2011" - er no kome godt i gang. Hovudmålet med prosjektet er å koma fram til anbefalte strategiar for integrert ugrasreinhald for konkurransedyktig matkålrotproduksjon i Noreg.

Jan Netland<sup>1</sup>, Kari Aarekol<sup>2</sup> og Øyvind Overskeid<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Norsk Landbruksrådgiving Rogaland, <sup>3</sup>Adigo A/S  
jan.netland@bioforsk.no

Ugrasreinhaldet er ei stor utfordring i kålrotproduksjonen. Ramrod er det midlet som har vore mest nytta mot frøugras i kålrot. Ramrod er lov å bruka (i redusert dosering) på dispensasjon t.o.m. sesongen 2010. No når mange dyrkarar brukar insektnett som dekkemateriale mot kålfluga, er ikkje ugrasbekjempinga blitt enklare. Prosjektet er delt opp i fira delmål:

## 1. Anbefale dyrkingstekniske tiltak som gir kålrot-planta fordel i høve til ugraset

Første året har vi gjennomført eitt forsøk med falsk såbed. I forsøket blei såbed opparbeida til 3 ulike tider; ved første lagelege tidspunkt, 1 veke og 3 veker etter første tidspunkt. Ugraset blei flamma 1 og 2 gonger før kålrota blei sådd ved dei to første opparbeidingstidene medan det ikkje blei flamma ved siste tidspunkt rett før såing. Vêrtilhøve i vår gjorde det svært vanskeleg å få ei god gjennomføring av forsøksopplegget. Det viste seg at flamma ikkje blei effektiv nok og ved såtidspunktet stod ugras som hadde overlevd. Frå tidlegare forsøk har vi sett at det er avgjerande i denne strategien å ha ugrasfritt såbed. Når forsøket skal gjennomførast i 2010, må dette rettast opp og opparbeidingstid, flamma og såtid må bestemast ut frå aktuelt spiretidspunkt for ugraset og vêrforholda.

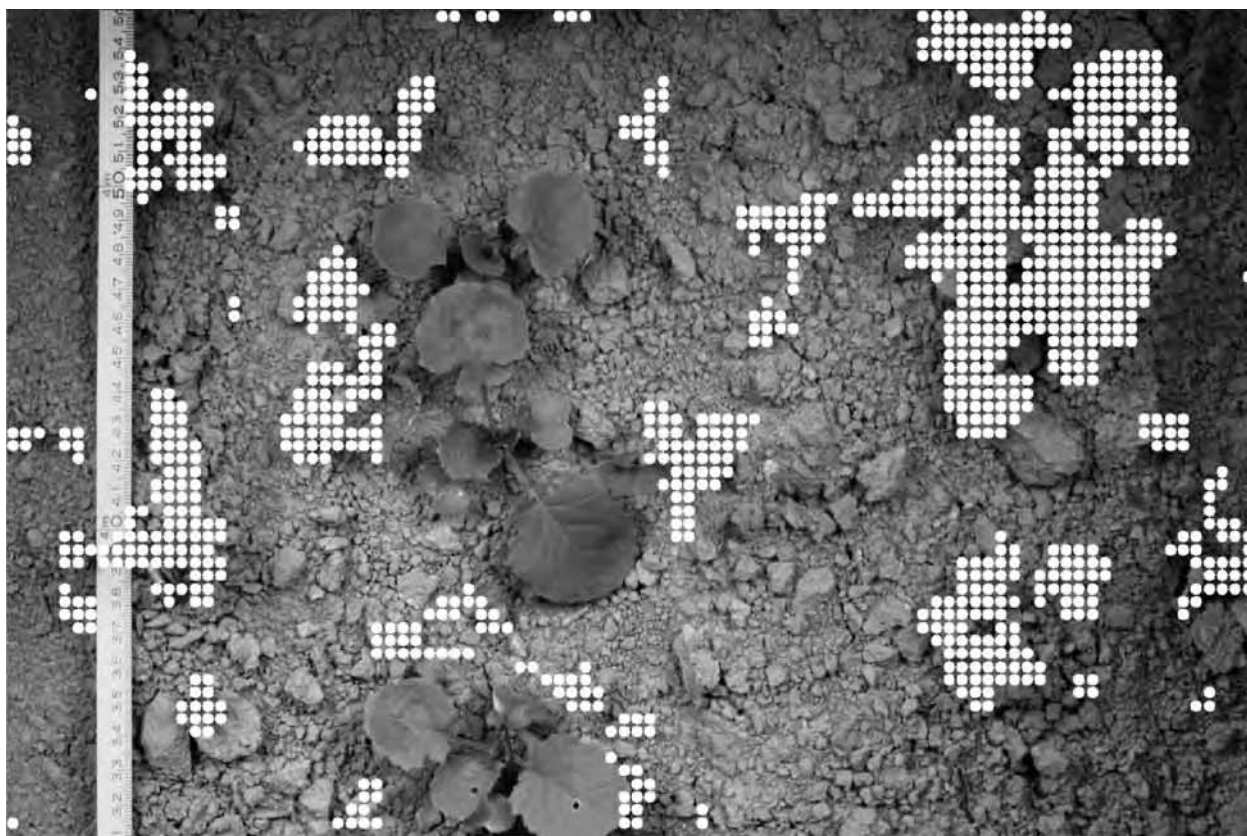
## 2. Anbefale utstyr og innstillingar for mekanisk og termisk ugrasreinhald som passar for ulike dyrkingsmåtar for matkålrot

Prinsipielt ulike radreinsingsprinsipp (tindar og skjer og radfres) blei samanlikna i sådd kultur. Det blei ikkje registret skilnad mellom radrensing med tindar og skjer og fresing i forsøka som blei utført.

## 3. Anbefale bruksmåtar for aktuelle kjemiske ugrasmiddel for ulike dyrkingsmåtar for matkålrot

Dessverre ser det ikkje ut til å bli heilt enkelt å finna gode selektive ugrasmiddel i sådd kålrot når Ramrod no blir borte. Difor er det viktig å utforske kor nærme planterada det kan sprøytast med skjermtypar som finst på marknaden i dag. På den måten kan tidkrevjande manuelt ugrasreinhald i radene reduserast. Vi har prøvd ut ulike skjermtypar (Steketee og Skovhave) og aktuelle ugrasmiddel for sprøyting mellom radene. Den første prøvinga viste ikkje nokon skilnad mellom skjermane slik vi fekk prøvd dei. Det var heller ingen skilnad å sjå om den usprøyta stripa var 13 eller 18 cm brei. Derimot var det tydeleg at 200 ml glyfosat (360 g/l) per dekar var eit betre middel enn aklonifen (Fenix, 150 ml per dekar) til denne bruken. Fenix verka for dårleg mot då på dette feltet og gav dårlegare avling enn den glyfosatsprøyta ruta. Skjerma sprøyting etter plastavtak i tidleg kålrot er også prøvd. Skjerma sprøyting både i planta og sådd kålrot ser interessant ut og vil bli prøvd vidare komande sesong. Det er teke ut prøve av kålrota får å sjå om det kan finnast rester av glyfosat.

Eit screening forsøk i sprøytebenk med formål å testa kva kålrota toler av aktuelle middel blei sprøyta rett etter såing, på 2-bladstadiet og på 4-bladstadiet. Vi testa sortane Vige, Vigod, Vige Linje 34, Bang, magres og Emily utan at vi kunne påvise skilnader i toleranse. Boxer var klart meir skadeleg enn Centium ved sprøyting rett etter såing. Berre minste dose av Boxer (50 ml per dekar) var ikkje skadeleg ved sprøyting på dette stadiet, medan største dose (37,5 ml per dekar) av Centium ikkje gav skade. På oppspirt kålrot var det svært lite skade av alle dosane for begge midla. For



Figur 1. Biletet viser utsnitt frå ei kålrotrad. Ugraset som programmet har oppdaga er markert treft av ein herbicidusj frå ei mikrodyse, medan kålrota er gjenkjent og blir spart

Fenix var det motsatt. Like etter såing tålte kålrota godt 33 ml Fenix per dekar, medan skaden var total på oppspirt kålrot.

Det blei også utført 5 feltforsøk i sådd kålrot og 4 i planta kålrot under solfangarfolie med bruksmåtar, dosar og kombinasjonar av dei mest interessante midla som er under utprøving. Dette er i første rekke Boxer og Centium, men i planta kålrot blei også Fenix før planting prøvd ut.

Centium er klart det mest interessante midlet i kålrot. På bakgrunn av alle forsøka som er utført er det tydeleg at rett sprøytetid er like etter såing. Kålplantene tåler både Boxer og Centium betre etter oppspiring enn før, men ugrasverknaden er for dårleg etter oppspiring. Får vi Centium på marknaden kan det stripesprøytast som Ramrod.

Boxer aleine ser ikkje så grei ut. Som vi såg i sprøytebenkforsøket tåler kålrota Boxer dårleg før oppspiring. Noe ugraseffekt får vi, men skadegraden som

er notert er betydeleg sjølv om avlinga ikkje viser tilsvarande utslag.

Kombinasjonane mellom Centium og Boxer gav svært god ugrasverknad, men skadegraderinga viser at selektiviteten ikkje er god.

I planta kålrot er sprøyting med Boxer + Centium før planting interessant fordi sprøyting ved dette tidspunktet gir mindre skade enn ved å sprøyta etter planting. Dette må vegast opp mot redusert ugrasverknad i høve til sprøyting etter planting. Fenix før planting ser interessant ut i planta kålrot, men må eventuelt bekreftast i fleire forsøk.

#### 4. Nye reiskap eigna for robotisk bekjemping av enkeltplanter av ugras i kålrotrada

Dette er ei ambisiøs satsing som alt har vist gode resultat. Det er gjort store framsteg i arbeidet med å skilja kålrota frå ugraset noko som er grunnlaget for å kunna fjerna ugraset som står i rada, sjå figur 1.

# Hvilke bakterier er årsak til de økende problemene med råte i norsk kepaløkproduksjon?

Bakteriell råte i kepaløk har de siste årene økt i omfang uten at man vet hvilke bakterier som er årsak til skadene. For å skaffe et kunnskapsgrunnlag for problemstillingen ble det utført en kartlegging av bakterier som forekommer i løk med råtesymptomer.

Juliana I.S. Perminow, Arild Sletten, Arne Hermansen, Inger-Lise W. Akselsen og Eva Borowski  
Bioforsk Plantehelse  
juliana.perminow@bioforsk.no

## Bakgrunn

De siste årene har løkdyrkere her i landet gjentatte ganger rapportert om store problemer med det som antas å være bakteriell råte i deres produksjon og lagring av kepaløk. På pakkerier har det i inneværende år blitt observert at nesten samtlige partier har vært angrepet av råte med opptil 20% rått løk. I slike partier blir også kvaliteten til friske løk skadelidende fordi løk som går i oppløsning forurenser løk rundt seg.

I Norge har vi begrenset erfaring på dette feltet, men i andre land er det rapportert om bakterier fra for eksempel både *Pseudomonas*- og *Erwiniaslekten* som patogener på løk.

Som en del av Gartnerhallens prosjekt "Norsk løkproduksjon med preferanser i markedet og et forbruk tilsvarende Europa for øvrig", ble det bestemt å gjennomføre en kartlegging av bakterier i et begrenset antall symptomatiske løkprøver ved Bioforsk Plantehelse.

## Om undersøkelsen

Løkprøver med symptomer ble sendt inn til undersøkelse fra GA-FA Vestfold, Forsøksringen Sør Øst, Stjørdal omegn forsøksring, Hedmark Landbruksrådgiving, Norsk Landbruksrådgiving Oppland, og Lærdal Grønt. Det ble i alt mottatt 16 prøver med varierende antall løk. Skadene som ble observert var svært forskjellige, både når det gjelder angrepsgrad og plassering av råten i løken. Det ble gjennomført isoleringer fra alle prøver og dominerende bakterier ble videreført for rensing. En grovsortering av isolater ble foretatt ved hjelp av enkle biokjemiske tester, blant andre "po-

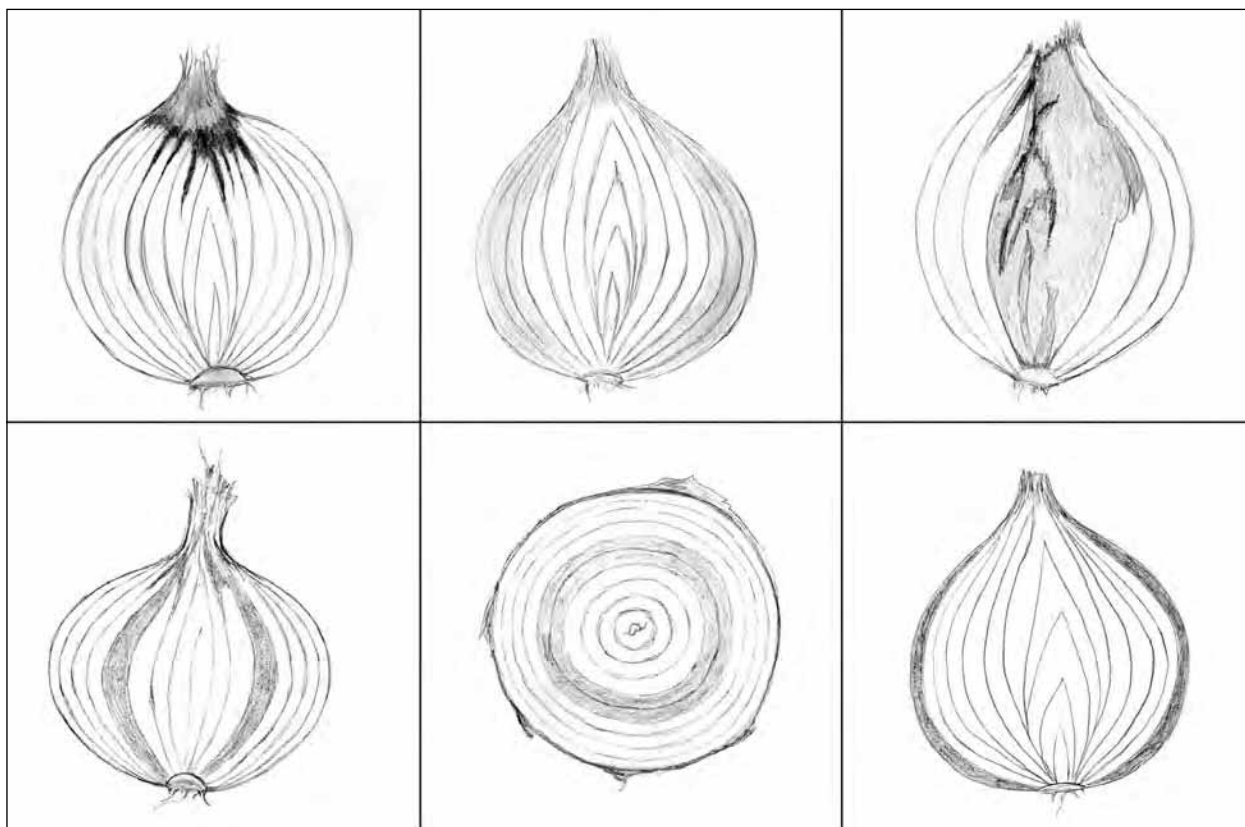
tetskivetesten", som gir en indikasjon på om bakterien produserer pektolytiske enzymer og muligens er plantepatogen. Med isolater som førte til råtning av potetskiver ble det videre gjennomført smitteforsøk med unge løkplanter. Fra løkplantene ble bakteriene forsøkt reisolert (dette arbeidet er ikke avsluttet og det er planlagt å undersøke de smittede løkene på nytt etter at høsting, tørking og lagring er blitt simulert under laboratorieforhold).

Et større antall isolater som produserte pektinolytiske enzymer er i tillegg blitt undersøkt med fettsyreanalyse for identifikasjon.

## Resultater

Det ble registrert både bløt og fast råte i varierende farger (glassaktig-fargeløs, gul, lysebrun, rød-brun, grå-svart). Råten var lokalisert i regionen like under løkhalsen, i de ytre skjell, i enkeltskjell i midten av knollen eller helt sentralt (figur 1). I alle isoleringer vokste det opp mye bakterier, i de fleste tilfeller en blanding av bakterier med to-tre dominerende typer. Ingen soppvækst ble registrert.

I alt 48 bakterieisolater er blitt ført til renkultur og om lag halvparten av disse produserte pektinolytiske enzymer. 17 isolater er blitt inokulert på unge løkplanter og de fleste har ført til nekrose-reaksjon i det smittede bladet. Reisolering fra blad var mulig i 9 tilfeller. Forsøk på reisolering fra symptomfri løk var negativt. Vi regner med at symptomer hos de inokulerte løkplantene dukker opp etter høsting, tørking og lagring og at forsøk på reisolering kan gjentas med mer hell da.



Figur 1. Eksempler på observerte symptomer på bakterieråte i løk.

Fettsyreanalyse viste at det var et stort antall forskjellige bakterier til stede i knollene med råtesymptomer. Relativt mange av dem er å regne som jord- og vannbakterier som ikke er årsak til sykdom på løk (eksempler: *Enterococcus*, *Salmonella*, *Cedecea*, *Stenotrophomonas*, *Chryseobacterium*, *Curtobacterium*). Av bakterier som har eller kan ha betydning som plantepatogener ble det funnet *Burkholderia gladioli*, *Pseudomonas viridiflava*, *Enterobacter chloacae*, *Enterobacter agglomerans* og *Pantoea agglomerans*. Det ble ikke funnet noen "vanlige" bløtråtebakterier (*Pectobacterium carotovorum* eller *Dickeya chrysanthemi*).

### Oppsummering

Arbeidet med et forholdsvis lite antall prøver har vist at problemet med bakteriell råte i løk kan ha en rekke årsaker og bør undersøkes ytterligere. Påvisningen av *Burkholderia gladioli* pv *alliicola* er etter vår viten den første i Norge.

### Referanse

Schwartz, H.F. & Krishna Mohan, S. 2008. Compendium of Onion and Garlic Diseases and Pests. Second edition 55-69. APS Press, The American Phytopathological Society, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, Minnesota, U.S.A.



# Tørkefart i smal og brei streng. Konsekvensar for gjæringskvalitet og næringsverdi på surfôret

Breispreiing aukar tørkefarten mykje. Etter eitt døger er skilnaden i tørrstoff mellom smal streng og brei streng 5 -10 prosenteningar. Sjansane for vellukka fortørking i vått klima aukar. Skilnader i surfôrskvalitet er påvist. Fordelar med raskare tørking må vegast opp mot auka kostnader ved bruk av rive, og auka risiko for dårlegare hygiene.

Olav Martin Synnes<sup>1</sup>, Anne Kjersti Bakken<sup>2</sup> og Astrid Johansen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sunnmøre forsøksring, <sup>2</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar  
sunnmore@lr.no

## Innleiing

Surfôr av god kvalitet er avgjerande for eit godt resultat innan mjølk- og kjøtproduksjonen. Dette omfattar både næringsmessig- og hygienisk kvalitet, og gjæringskvalitet. Kan vi gjennom endra haustemetodar oppnå betre fôrskvalitet, og lågare kostnader? Ein oppnår lettast god gjæringskvalitet når plantane er forholdsvis tørre, med høgt innhald av vassløselege karbohydrat (VLK) og låg bufferkapasitet (Kaiser & Weiss 2004). VLK har mest verknad på gjæringskvalitet, i fråver av ensileringsmiddel, eller når ein brukar inokulantar.

Vellukka moderat fortørking aukar sjansane for god surfôrskvalitet. Samstundes blir timeforbruk og kostnader til pressing, ensileringsmiddel, plast og transport lågare (Opheim 2001). I vått klima, kan likevel fortørking mislukkast. Fortørking på Vestlandet føregår normalt i smal streng. Tørkinga går ofte saktare enn ynskjeleg. Breiare slåmaskinar og høgt avlingsnivå seinkar tørkinga. Det same skjer om ein samlar to strengar til ein med brei rive. Langsam tørking aukar tapa ved anding, og risikoen for nedbør og dårlegare surfôrskvalitet.

Dei siste åra har nokre bønder teke i bruk slåmaskinar med breispreiingsutstyr. Forsøk i utlandet har vist at metoden aukar tørkefarta. I prosjektet ein viser resultat frå her, undersøker ein om breispreiing kan auke sjansen for vellukka fortørking i vått klima. Vil breispreiing auke innhaldet av VLK i graset? Vil metoden påverke kvaliteten i surfôret?

## Material og metodar

Fortørking av gras i smal eller brei streng, er studert i 12 feltforsøk, i åra 2006-2009, hos Sunnmøre forsøksring, Jæren forsøksring og Ytre Romsdal Nordmøre forsøksring. Graset vart slått med skiveslåmaskin, utstyrt med breispreiingsutstyr. Maksimal arbeidsbreidde var 2,8-3,2 m. Smal streng var tilnærma 1m, brei streng 2,2-2,6 m. I smal streng vart det nytta sterk stengelhandtering, i brei streng svakast mogleg stengelhandtering.

I 11 av dei 12 forsøka vart graset slått første del av dagen, kl 9-14. I eitt av forsøka var slått kl 1940. Det vart teke grasprøver ved 3-7 ulike tidspunkt, frå slått til hausting. I 11 av forsøka varte fortørkinga i tilnærma eitt døger. I eitt forsøk varte fortørkinga i 2 døger. I kvart felt var det 2 eller 3 gjentak. Grasprøvene vart tørka i skap ved 60 °C, i 2 døger, og deretter analysert ved NIRS-laboratoriet ved Bioforsk Aust, Løken. Like før hausting, vart gras frå to strengar raka saman med spesial samlerive, før hausting med rundballepresse. Det vart tilsett propionsyreholdig ensileringsmiddel, i 7 av 9 forsøksfelt. Det vart laga 4 rundballar frå smal streng, og 4 rundballar frå brei streng, med 6 lag plast. Etter 2 månader vart det teke prøver. Surfôrprøvene vart frosne, og analyserte ved Eurofins AS, i Moss. Surfôranalysar vart gjennomført berre i 9 av dei 12 feltforsøka, på 2 eller 4 av gjentaka.

## Resultat

Det var sikker auke i tørkefarten i brei streng, samanlikna med smal (tabell 1). I gjennomsnitt for 12 felt

Tabell 1. Tørrstoffinnhald (% av friskvekt), i gras, i smal og brei streng, ved ulike tider etter slått . Gjennomsnitt av 12 forsøksfelt, med 2 eller 3 gjentak

Breidde	Ved slått	2-4 t	6-8 t	16-23 t	24-28 t
Smal	19,3	20,9	22,5	23,7	27,3
Brei	19,7	24,0	28,3	29,2	34,5
Signifikans	is	s	s	s	s

Tabell 2. Innhald av vassløselege karbohydrat (% av tørrstoff) i gras i smal og brei streng, ved ulike tider etter slått. Gjennomsnitt av 12 forsøksfelt, med 2 eller 3 gjentak.

Breidde	Ved slått	6-8 t	24-28 t
Smal	15,9	14,2	14,9
Brei	16,9	16,4	16,9
Signifikans	is	s	s

var det 7 prosenteningar skilnad etter eitt døger. Ved breispriing under gode forhold, oppnådde ein nær 30 % tørrstoff etter 8 timar. I 2 av dei 12 felta kom det uventa nedbør under fortørkinga. Her vart det mindre skilnad mellom smal og brei streng. Gras som fortørka i brei streng fekk høgare innhald av VLK (tabell 2). Skilnaden tilsvarar kring 6 kg meir VLK pr. tonn gras før pressing. Skilnaden i VLK mellom smal og brei streng varierte litt frå felt til felt, men var ikkje statistisk sikker. Analyse av 12 forsøksfelt, med totalt 50 grasprøver, etter eitt døger fortørking, viste ingen skilnader mellom smal eller brei streng, i innhald av FEm, AAT eller NDF. Det var heller ingen sikre samspel mellom strengbreidde og felt.

Tørrare gras frå brei streng, førte til svakare gjæring i surforet, med høgare pH og mindre syrer (tabell 3). Det er også små men sikre skilnader når det gjeld aske, NDF, VLK, OID og AAT.

## Konklusjonar

Breispreiing aukar tørkefarten mykje, og aukar sjansen for vellukka fortørking i vått klima. Auka innhald av VLK i graset før hausting, skal normalt gi høgare AAT-verdi i surfôret. I desse forsøka, kan ein ikkje skilje verknaden av meir VLK frå verknaden av tørrare gras. Sparte kostnader ved hausting og transport av



Figur 1. Fortørking i smale- og i breie strengar. Ved breispriing vil traktorhjul køyre i grass-strengen.

tørrare plantar, må vegast opp mot ekstra kostnader ved bruk av samlerive. Økonomisk verdi av endringar i fôrverdi må vurderast. Det same gjeld auka risiko for forureining av graset.

Prosjektet er finansiert av Noregs forskingsråd, og midlar frå Jordbruksavtalen.

Felleskjøpet Agri, Tine Meieriet Vest, Nortura BA og Addcon Nordic støttar prosjektet.

## Referansar

- Johansen, A., Synnes, O.M. & Bakken, A.K. 2010. Hygienisk kvalitet i fortørka surfôr frå breispriidd versus strenglagt gras. Bioforsk-konferansen 2010. Bioforsk FOKUS 5(2): 162-163
- Kaiser, E. & Weiss, K. 2004. New realisations of the estimation of the ensiling potential of forages. Grassland Science in Europe. Vol. 9:888-891.
- Opheim, H.S. 2001. Aktuelle tiltak for kostnadsreduksjon i grovfôrproduksjonen. Kvithamardagane. Grønn forskning. 5(4):59-65.

Tabell 3. Innhald av tørrstoff, aske, NDF, vassløselege karbohydrat (VLK), opptaksindeks (OID), AAT 20 kg tst. og FEm i surfôr frå smal eller brei streng. Frå 9 felt, med 2 eller 4 gjentak. LS-means

Breidde	Tørrstoff %	Aske g/kg tst	NDF g/kg tst	VLK g/kg tst	OID % av normal	AAT 20 kg tst g/kg tst.	FEm /kg tst.
Smal	25,9	65	509	51	98	78	0,89
Brei	32,5	69	500	62	100	79	0,89
Signifikans	s	s	s	s	s	s	is

# Hygienisk kvalitet i fortørka surfôr frå breispreidd versus strenglagt gras

Fortørking av gras med bruk av breispreiingsutstyr er samanlikna med fortørking i tradisjonell, smal streng under praktiske forhold på Vestlandet. Det vart påvist smørsyre og smørsyrebakteriesporar i fleire rundballar etter moderat fortørking i brei streng enn etter svakare tørking i smal streng.

Astrid Johansen<sup>1</sup>, Olav Martin Synnes<sup>2</sup> og Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar, <sup>2</sup>Sunnmøre forsøksring  
astrid.johansen@bioforsk.no

## Bakgrunn

For å auke tørkefarten i tottrinnsausting er det utvikla breispreiingsutstyr på slåmaskin. Dette er av somme tatt i bruk, men det er ei investering mange enno ventar med. Det har og vore spekulert om metoden kan gi redusert hygienisk kvalitet av surfôret som fylgje av jordinnblanding gjennom meir køyring på og meir handtering av graset på feltet. Prøver av rundballesurfôr frå ni feltforsøk på Vestlandet der ein studerte fortørking i brei og smal streng er derfor analysert for gjæringskvalitet og forekomst av uønska mikroorganismar.

## Material og metode

Åtte felt låg i Møre og Romsdal og eitt i Rogaland. På fem av felta vart forsøket gjennomført under første-slåtten i mai-juni, resten var andreslåtтар teke i august. Gras frå det same skiftet vart slått parallelt og anten "Breispreidd" (forsøksledd) eller "Strenglagt" (kontroll). Fleire detaljar om forsøksgjennomføringa og utstyret som vart brukt er å finne hjå Synnes *et al.* (2010). Prøver frå to til fire rundballar med surfôr frå begge ledd vart teke ut. Desse vart analysert for tørr-

stoff, gjæringsmønster (pH, flyktige syrer og ammoniak) og mikrobiologisk kvalitet (teljingar av mugg- og gjærsopp, samt sporar av *Bacillus* og *Clostridium* bakteriar). Det var i alt 24 prøver med mikrobiologiske analysar og 20 prøver med analysert gjæringskvalitet frå kvart ledd. Analysane vart utførte ved Eurofins/AnalyCen, Moss.

Tørrstoff (TS) og gjæringsparametrar vart handsama i ein statistisk modell tilpassa normalfordelte data, medan mikrobiologiske data vart analysert i ein modell tilpassa binære responsvariablar (påvist/ikkje påvist). I begge modellane var fortørkingsmetode og slåttenummer faste effektar, medan felt var tilfeldig effekt. Ikkje-signifikante samspel vart teke ut av modellane.

## Resultat og diskusjon

Breispreidd gras tørka raskare enn strenglagt (Synnes *et al.* 2010) og hadde derfor høgare tørrstoffinnhald etter same tørketid (tabell 1). I vått materiale er oftast gjæringa meir omfattande enn i tørrare materiale. Stor opning/lite handsaming av

Tabell 1. Tørrstoffinnhald, pH og gjæringsmønster i fortørka surfôr frå strenglagt og breispreidd gras

	TS, g/kg	pH	gram per kg tørrstoff				NH <sub>3</sub> -N, g/kg N
			Mjølkesyre	Eddik-syre	Smør-syre	Propionsyre	
Strenglagt	259	4,25	80,0	10,3	0,1	1,0	84
Breispreidd	325	4,41	67,0	6,8	1,0	0,1	73
Signifikans	s	s	s	s	s	s	s
1.slått	299	4,42	68,5	10,3	0,7	0,4	83
2.slått	263	4,24	91,1	6,7	0,4	0,7	74
Signifikans	(s)	(s)	s	s	is	is	is

s=signifikant effekt (p<0,05), is=ikkje signifikant effekt (p>0,1)

Tabell 2. Tal prøvar av fortørka surfôr med forekomst av mugg, gjær, anaerobe sporar (*Bacillus* og *Clostridium*) og/eller smørsyre

	Mugg	Gjær	Bacillus	Clostridium	Smørsyre
Strenglagt (n=24)	5	6	10	10	1
Breispreidd (n=24)	7	9	11	16	4
Signifikans	is	is	is	(s)	s
1.slått (n=28)	10	9	6	12	2
2.slått (n=20)	2	6	15	14	3
Signifikans	is	is	s	is	is

s=signifikant effekt ( $p < 0,05$ ), is=ikkje signifikant effekt ( $p > 0,1$ )

graset med stengelnekkingsutstyret kan også ha ført til at celleinnhaldet ikkje var like lett tilgjengeleg for mikroorganismane etter breispreiing som etter tradisjonell strenglegging der stengelbehandlninga var sterkare. Det vart såleis funne høgare konsentrasjon av mjølkesyre og eddiksyre og lågare pH i surfôr frå "vått" strenglagt gras enn i tørrare surfôr frå breispreidd gras. Ulik grad av stengelbehandling kan også ha vore medverkande årsak til at det var mindre skilnad i opptørkingsfart og oppnådd TS-innhald mellom smal og brei streng i desse forsøka enn det ein har oppnådd i liknande forsøk, t.d. i Sverige (Spörndly *et al.* 2008) der TS-innhaldet var over 40 % i surfôr frå brei streng. Dei svenske forsøka vart dessutan berre gjort i førsteslått. I våre forsøk var nesten halvparten av surfôret frå andreslåttar som vart teke under mindre gunstige forhold for opptørking enn det ein gjerne har under førsteslått.

Det meste av surfôret var velgjæra vurdert ut frå innhald av ammoniakk, smørsyre og propionsyre. Berre fem av 40 prøver inneheldt smørsyre, men fire av desse var i surfôr frå breispreidd gras som dermed hadde sikkert høgare gjennomsnittleg innhald av smørsyre enn surfôr frå strenglagt gras. Vidare var det klar tendens ( $P$ -verdi=0,06) til fleire prøver med *Clostridium* (smørsyrebakterie)-sporar i surfôr frå breispreidd enn frå strenglagt gras (tabell 2) og det var nominelt fleire prøver med mugg og gjæringsopp. Alt i alt var det såleis fleire prøver med redusert hygienisk og/eller gjæringsmessig kvalitet i fortørka surfôr frå brei enn frå smal streng i desse forsøka. Det er mange døme frå litteraturen som tilseier at ein kunne ha venta betre gjæringskvalitet i det sterkast fortørka surfôret. I dei før nemnte svenske forsøka var også resultatata i samsvar med dette. Forklaringa på kvifor resultatet hjå oss vart motsett kan være at det ikkje vart oppnådd høgt nok TS-innhald til at veksten av smørsyrebakteriar vart fullstendig elimi-

nert og at svakare mjølkesyre-gjæring/høgare pH i surfôr frå breispreidd gras gav betre vekstvilkår for smørsyrebakteriane enn i det sterkare gjæra surfôret frå strenglagt gras. Sjølv om aktiviteten til smørsyrebakteriane blir hemma allereie ved 30 % TS, blir dei ikkje fullstendig inaktivererte før TS overstig 40 % (Mo 2005). At det ikkje vart funne smørsyre i meir enn fire prøver sjølv om det var inaktive sporar i over halvparten av prøvane, kan skuldast at det vart brukt ensileringsmiddel på dei fleste felta.

Materialet var ikkje eit godt nok grunnlag for å avdekke om breispreiingsmetoden i seg sjølv gir auka risiko for forureining av jord gjennom auka handtering og køyring på graset, men det vart ikkje funne fleire prøver med sporar av *Bacillus* i surfôr frå gras tørka i brei enn i smal streng. I fylgje Mo (2005) skuldast *Bacillus* i surfôret forureining med jord eller skitvatn under innhaustinga. Mindre gunstige vêrforhold under innhaustinga kan derimot ha gitt slik forureining og resultert i høgare frekvens av *Bacillus*-sporar i andreslåttfôret enn i førsteslåttfôret.

## Referansar

- Mo, M. 2005. Surfôrboka. 221 s. Landbruksfolaget. Tun Forlag AS, Oslo.
- Spörndly, R., Knicky, M, Pauly, T & Lingvall, P. 2008. Quality and economics of pre-wilted silage made by wide-spreading or by swathing. In: Biodiversity and animal Feed. Future Challenges for Grassland Production (eds: Hopkins, A. et al). EGF 2008, Uppsala, Sweden. Grassland Science in Europe, Vol. 13: 645-647.
- Synnes, O.M., Bakken, A.K. & Johansen, A. 2010. Tørkefart i smal og brei streng. Konsekvensar for gjæringskvalitet og næringsverdi på surfôret. Bioforsk FOKUS 5(2): 160-161.

# Hva koster grovfôret?

**Grovfôret koster mer enn kraftfôret per FEm, og kostnadene ved grovfôrproduksjon er en nøkkelfaktor for lønnsomheten i grovfôrbaserte husdyrproduksjoner. Sjølkostberegning kan være et nyttig verktøy.**

Øyvind Hansen

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
oyvind.hansen@nilf-nn.no

Det har lenge vært fokus på å produsere grovfôr av god kvalitet på en effektiv måte. I dag blir grovfôret på mange gårder høstet som en kombinasjon av silolegging og rundballehøsting. Enten ved at det er utstyr for begge høstemetodene på gården, eller ved at det leies inn folk og utstyr til rundballehøstingen. Det har vært forholdsvis lite fokus på kostnadene vedrørende grovfôret. Grovfôrkostnadene er viktige for lønnsomheten i husdyrholdet, og dermed også gårdens lønnsomhet. Dårlig lønnsomhet har lenge vært påpekt som en av hovedutfordringene landbruket står overfor. Det er derfor behov for sterkere fokus på hva grovfôret koster.

I landbruket har dekningsbidragmetoden vært omtrent enerådende som analyseverktøy for drifta, også for grovfôrproduksjonene. Metoden tar bare med de variable kostnadene. NILF's Driftsgranskinger (regnskapsundersøkelse på vanlige gårdsbruk) viser imidlertid at variable kostnader utgjør bare i overkant av 20 % av registrerte kostnader for grovfôrproduksjon. Faste kostnader som avskrivning, vedlikehold, maskinleie og drivstoff har avgjørende betydning for fôrenhetsprisen. I tillegg bør en også beregne verdien av eget arbeid og rente på kapital bundet i produksjonen som kostnad. Da ender en opp med sjølkost per fôrenhet.

Sjølkostmetoden er mye brukt i andre næringer og virksomheter for å analysere produksjon. Metoden er forholdsvis arbeidskrevende, og det må gjøres en del skjønsmessige vurderinger ved fordeling av faste og kalkulerede kostnader.

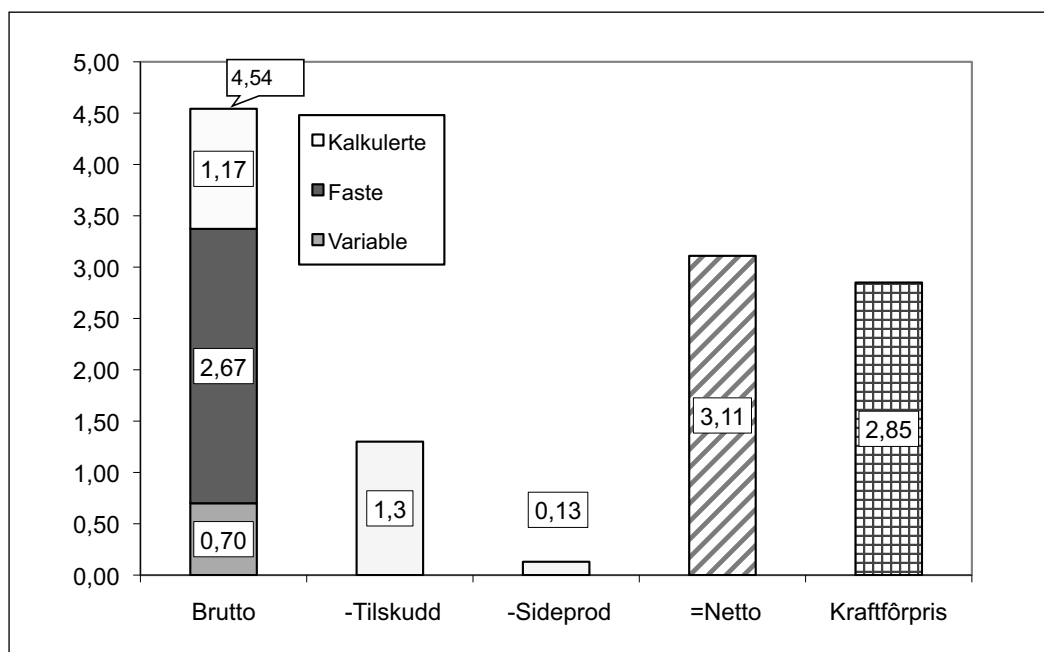
Til denne konferansen har jeg beregnet sjølkost per FEm grovfôr for gjennomsnittet for alle driftsgranskingsbruk med driftsformen melkeproduksjon storfe for regnskapsåret 2008. Gjennomsnittsbruket hadde

285 dekar grovfôr og 369 FEm per dekar. Med 20,3 år-skyr er det et ganske typisk norsk melkeproduksjonsbruk. Fordelingen av faste og kalkulerede kostnader bygger for en stor del på noteringene fra deltakerbrukene beskrevet i NILF-Notat 2008-8.

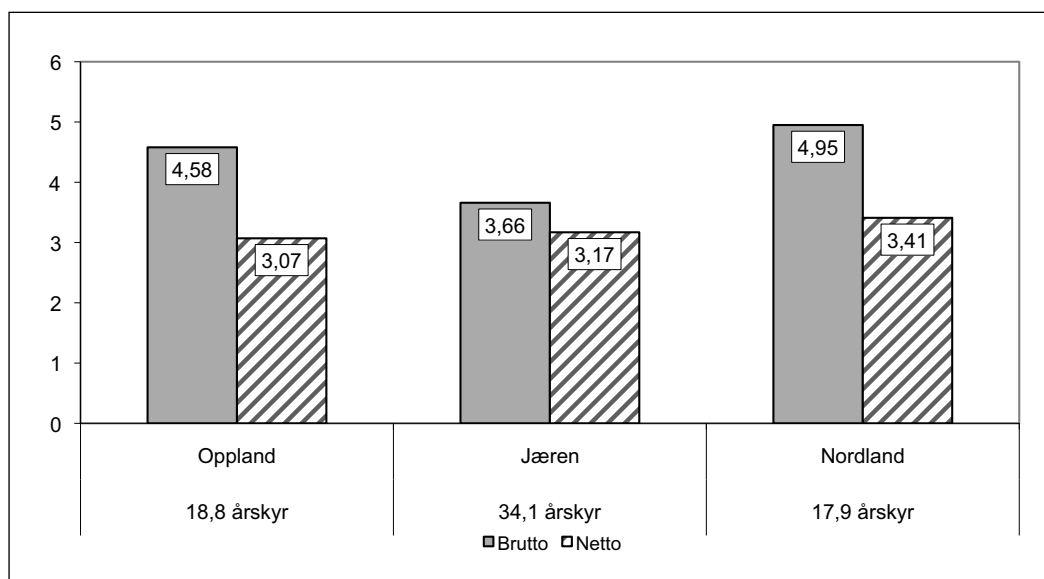
Figur 1 viser en brutto sjølkost på kr 4,54 per FEm. Viktigste er faste kostnader med kr 2,67. Av disse utgjør traktor og maskiner kr 1,25. Det er beregnet kalkulerede kostnader til kr 1,17 per FEm. Verdi av eget arbeid er verdsatt til gjennomsnittlig lønnsvevne, kr 87,06 per time. I tillegg er det regnet 6 % rente på verdien av driftsmidler brukt i grovfôrproduksjonen. Variable kostnader utgjør kr 0,70. Viktigste kostnads-post her er handelsgjødsel og kalk.

Analyse etter dekningsbidragmetoden ville dermed bare ha vist ca 15 % av samlede kostnader. For å beregne netto sjølkost er tilskudd relatert til grovfôrproduksjon trukket fra. Det samme med inntektene fra sideprodukter som f. eks korn og potet. Netto sjølkost per FEm grovfôr er kr 3,11. Dette er 26 øre mer enn kraftfôrprisen. Maskinkostnader utgjør kr 2,00 (64 %) av netto sjølkost per FEm, mens arbeidskostnader utgjør kr 0,71 (23 %) per FEm. Et annet viktig poeng er at selv om avlingen på gjennomsnittsbruket har økt betydelig i størrelse (+ 46 %) de siste 10 årene har ikke mekaniseringskostnadene per FEm gått ned. De har tvert i mot økt med 21 øre (inflasjonsjustert) eller 15 %. Mekaniseringskostnadene er noe lavere per FEm på store bruk sammenlignet med mindre bruk. Men regnskapstallene viser ikke noen klar sammenheng her.

Figur 2 viser sjølkost per FEm for melkebruk i Oppland, Nordland og på Jæren. Figuren viser forholdsvis stor spredning i brutto sjølkost. Dette har sammenheng med blant annet bruksstørrelse og



Figur 1. Kostnader kr per FEm på melkeproduksjonsbruk i 2008.



Figur 2. Sjølkost kr per FEm for 3 områder.

avlingsnivå. Men etter fratrek av tilskudd er netto sjølkost ganske lik i de tre områdene, og alle betydelig høyere enn kraftfôrprisen i figur 1.

Når grovfôret i melkeproduksjonen kostnadsføres med netto sjølkost blir netto sjølkost per liter melk kr 4,47. Dette er 48 øre mer enn oppnådd melkepris uten tilskudd. Melkeproduksjonens avhengighet av tilskudd illustreres med at for brukene i denne be-

regningen utgjør tilskudd 118 % av driftsoverskuddet. Melkeproduksjon, og dermed norsk landbruk, er svært sårbar for endringer i rammevilkår som resultat av f. eks internasjonale avtaler eller nasjonal politisk vilje til økonomisk støtte til landbruket.

# Läglighetskostnader vid skörd av vall- med exempel för skördesystem i Sverige

Denna studie av läglighetskostnader för olika skördesystem och vallareal visade på störst läglighetskostnader för första skörd och stora variationerna mellan år. Ju större vallareal som skördas ju viktigare är det att ta hänsyn till läglighetskostnaden vid val av maskinkapacitet. Att låta skörden utföras av maskinstationer minskade kostnaderna, speciellt vid små vallarealer.

Carina Gunnarsson<sup>1</sup>, Rolf Spörndly<sup>2</sup>, Håkan Rosenqvist<sup>3</sup>, Alfredo de Toro<sup>3</sup> och Per-Anders Hansson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI, Uppsala, <sup>2</sup>Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Kungsängen, SLU, Uppsala, <sup>3</sup>Institutionen för energi och teknik, SLU, Uppsala  
carina.gunnarsson@jti.se

## Inledning

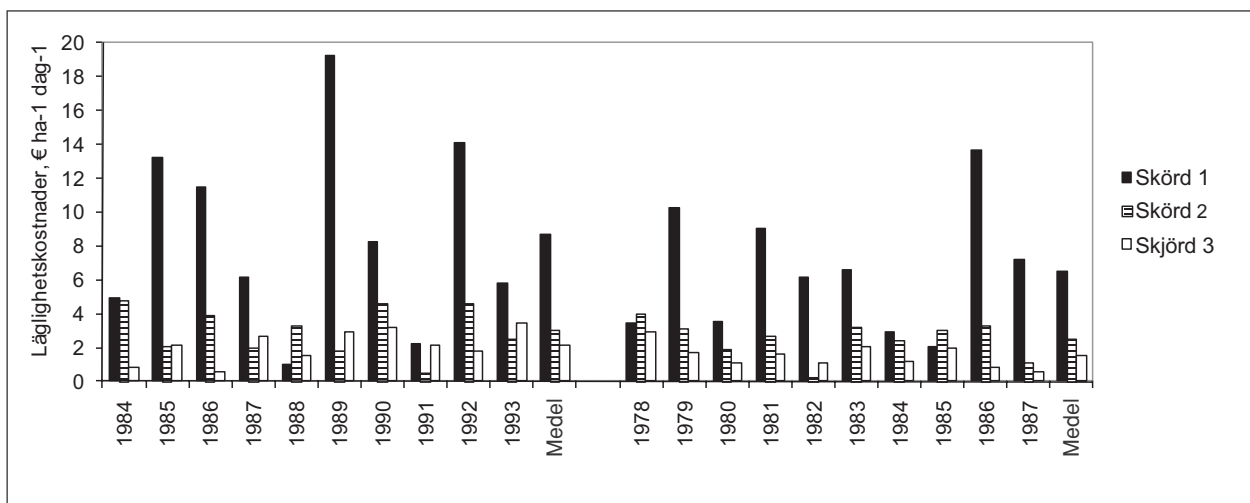
Vid skörd av vall finns en tidpunkt när vallens värde är maximalt med hänsyn till både kvalitet och kvantitet. Läglighetskostnader är de kostnader uppstår om skörden inte utförs vid denna tidpunkt. Förutom av tidpunkten för skörden påverkas läglighetskostnaderna även av kapaciteten på de maskiner som används för skörd. Stora maskiner med hög kapacitet minskar läglighetskostnaderna eftersom skörden kan slutföras snabbare men innebär samtidigt höga maskinkostnader. Vid val av maskinkapacitet är det därför viktigt att ta hänsyn till både maskin-, arbets- och läglighetskostnaderna.

Olika skördesystem ställer olika krav på planering och tillgång på arbetskraft. I kontinuerliga system såsom skörd med exakthack och separata transport-

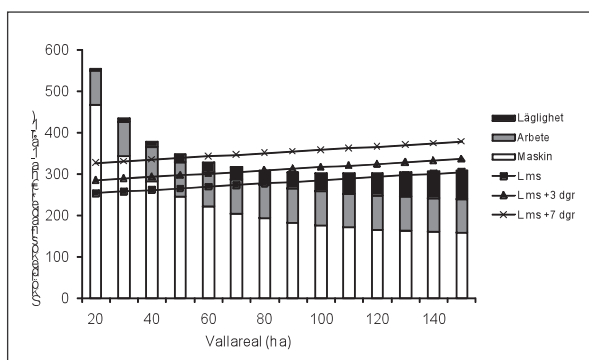
vagnar måste skörd på fält, transport och inläggning i silo följa direkt på varandra och dess kapacitet vara matchad för att undvika kostsamma väntetider vilket reducerar skördens kapacitet. Vid skörd med balpress kan däremot pressning på fält och transport av den plastade balarna utföras vid olika tidpunkter och skördens kapacitet är därmed inte beroende av transportkapaciteten. En inventering av svenska mjölkgårdar utförd av Pettersson *et al.* (2009) visar att rundbalar är det vanligaste ensileringssystemet följt av plansilo. Med ökande besättningsstorlek ökar plansilo som dominerande ensileringssystem medan rundbalar minskar.

## Material och metoder

Läglighetskostnaderna i kr per ha och dag för var skörd beräknades först genom att använda informa-



Figur 1. Läglighetskostnader (€ ha<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>) för södra (vänster) och mellersta (höger) Sverige för första, andra och tredje skörd.



Figur 2. Skördekostnader i € per ha och år vid varierade vallareal i mellersta Sverige. Staplarna visar maskin-, arbets- och läglighetskostnaderna för skörd med mellanstor (M) maskinkedja med hackvagn och egna maskiner. Linjerna visar kostnaderna när skörden utförs av maskinstation med stor (L) maskinkedja med hackvagn och inleds på optimal dag (L ms) samt med 3 (L ms +3 dgr) respektive 7 dagars försening (L ms +7 dgr).

tion om förändringen i näringsinnehåll och avkastning med skördetidpunkten. Därefter beräknades maskin-, arbets- och läglighetskostnader för olika skördesystem och vallarealer med hänsyn till mer gårdsspecifika faktorer som maskinkapacitet, sannolikhet för gynnsamt väder samt tillgång på arbetskraft.

En beräkningsmodell konstruerades för att uppskatta läglighetskostnaderna med avseende på både kvalitet och kvantitet. Modellen bestod av två delar; en som beräknade vallens avkastning vid olika tidpunkter genom att använda en valltillväxtmodell baserad på väderdata och en del som beräknade förändringen i vallens värde i kr/kg med skördetidpunkten. Energi- och proteininnehåll i vallen bestämdes för en tidig och en sen skördetidpunkt i varje skörd och därefter gjordes foderstater med de olika foderkvaliteterna och totala kostnaderna för foderstaterna beräknades. Vallens totala värde i kr/ha beräknades därefter genom att multiplicera avkastningen i kg/ha med värdet i kr/kg. Läglighetskostnader i kr/ha och dag beräknades genom att ta skillnaden i vallens totala värde mellan två tidpunkter.

Maskin-, arbets- och läglighetskostnader beräknades därefter för tre olika maskinsystem (hackvagn, exakt-hack med separata vagnar samt rundbalar) med tre olika storlekar (S, M och L) och för vallarealer mellan 20 och 150 ha samt för olika transportavstånd. Som alternativ till egna maskiner undersöktes effekten på skördekostnader av att anlita en maskinstation för skörden. För mer detaljer se Gunnarsson (2008) samt Gunnarsson *et al.* (2009).

## Resultat och diskussion

Läglighetskostnaderna i € per ha och dag och dess variation mellan de tio år som beräkningarna gjorde för framgår av figur 1. Variationen var stor mellan åren. Framför allt pga. högre skördar var läglighetskostnaderna högre i södra Sverige jämfört med i mellersta Sverige. Som en konsekvens av snabbare näringsförändringar var läglighetskostnaderna även signifikant högre i första skörd jämfört med andra och tredje skörd.

För skörd med hackvagn i mellersta Sverige framgår av figur 2 att läglighetskostnaderna ökade från 1 % till 22 % av totala skördekostnaderna när vallarealen ökade från 20 till 150 ha. Upp till en viss vallareal minskade skördekostnaderna per ha med ökande vallareal eftersom ökad årlig användning sänker maskinkostnaderna. Därefter vägdes minskade maskinkostnader upp av ökande läglighetskostnader eftersom skörden tar längre tid att utföra. Slutsatsen är därför att ju större vallareal som skördas ju viktigare är det att ta hänsyn till läglighetskostnaden vid val av maskinkapacitet.

Ett alternativ till att ha egna maskiner är att anlita en maskinstation eller maskinentreprenör för att utföra skörden. En farhåga när man lejer ut skörden på entreprenad är att skörden inte kan inledas den dag man önskar. I figur 2 visas även kostnaderna för skörd utförd av en maskinstation med start på optimal dag eller med 3 respektive 7 dagars försening. Vid små vallarealer kan skördekostnaderna sänkas kraftigt om skörden utförs av en maskinstation istället för att ha egna maskiner men det är viktigt att entreprenören kommer på rätt dag så att skörden inte försenas.

## Referenser

- Gunnarsson, C. 2008. Timeliness Costs in Grain and Forage Production Systems. Doctoral Thesis No. 2008:102, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala.
- Gunnarsson, C., Spörndly, R., Rosenqvist, H., de Toro, A., Hansson, P.A. 2009. A method of estimating timeliness costs in forage harvesting illustrated using harvesting systems in Sweden. *Grass and Forage Science*, 64, 276-291.
- Pettersson, O., Sundberg, M., Westlin, H. 2009. Maskiner och metoder i vallodling. Resultat av en enkät till mjölkproducenter. JTI-rapport Lantbruk & Industri 377, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.



# Inplastat vallfoder till hästar

**Inplastat vallfoder används alltmer istället för hö som grovfoder till hästar. Olika aspekter på produktion av inplastat vallfoder, kemisk och mikrobiell sammansättning i fodret och användning av inplastat vallfoder till hästar har studerats.**

Cecilia E. Müller

Kungsängens forskningscentrum, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet  
Cecilia.Muller@huv.slu.se

## Varför inplastat vallfoder till hästar?

Inplastat vallfoder har under senare år börjat användas allt mer istället för hö för hästutfodring. På Island används i princip endast inplastat vallfoder som grovfoder för hästar (Ragnarsson 2009). Denna övergång beror på flera faktorer, men viktiga fördelar med inplastat vallfoder gentemot hö är kortare förtorkningstid i fält och lägre krav på lagringsutrymmen. Eftersom produktion av inplastat vallfoder inte kräver lika långa perioder med bra väder under skörden är det också lättare att producera ett vallfoder med hög hygienisk kvalitet och lämpligt/önskat näringsinnehåll samtidigt, då väderleken får mindre inflytande på skördetidpunkten. Regn vid höskörden eller fuktiga lagringsförhållanden medför mögeltillväxt i hö, något som bör undvikas på grund av de hälsoproblem mögelsporer och mykotoxiner kan orsaka (e.g. Robinson *et al.* 1996). Svenska studier har påvisat högre halter av mögel (CFU/g) i hö jämfört med hösilage och ensilage som producerats från samma grönmassa vid samma tillfälle (Müller & Udén 2007; Müller *et al.* 2008).

## Hästgårdarnas speciella förutsättningar

Över 75 % av de svenska hästgårdarna inhyser endast 1-4 hästar (Persson 2005). Detta innebär att den dagliga foderåtgången är låg, och att det kan finnas svårigheter med att hinna förbruka en konventionell storbal innan fodret blivit skämt. Det kan också vara svårt att hantera storbalar då mekaniseringsgraden ofta är låg på hästgårdar. Detta har medfört en efterfrågan på inplastade balar av mindre storlek. I dagsläget finns det möjligheter att framställa inplastat vallfoder i många olika utföranden (balstorlek, balform, balvikt etc), men tekniken behöver utvecklas ytterligare. För produktion av små fyrkantbalar (ca 80x48x36 cm) kan konventionella glidkolvspressar avsedda för höproduktion användas, om de modifieras

så att grövre balgarn kan användas (Müller 2005). En svårighet i sådan produktion är dock hanteringen av balarna. Marknadsutbudet av lämplig maskinell utrustning för produktion och hantering av småbalar är dock mycket begränsat, och det är främst egna gårds-specifika lösningar som är i bruk. I försök som utförts med småbalar har fermentationsmönster, mikrobiell sammansättning, aerob lagringsstabilitet och förändringar i kemisk och mikrobiell sammansättning under lagring undersökts (Müller 2005, Müller *et al.* 2007). I likhet med inplastat vallfoder i storbalar är ts-halten den faktor som bestämmer hur omfattande ensileringen blir även i småbalar. Generellt sett påverkades hösilage i små fyrkantbalar (500-700 g torrsubstans (ts) /kg) mindre av längre tids lagring (14 mån) än motsvarande ensilage (ca 300-350 g ts/kg).

## Inplastat vallfoder eller hö - inverkan på hästen

De olika konserveringsmetoderna inverkar olika på vallfodrets sammansättning. Hö innehåller generellt sett mer lättlösliga kolhydrater (WSC) än inplastat vallfoder. I ensilage, och i viss mån även i hösilage, omvandlas WSC till mjölksyra under ensileringsprocessen. Ensilage innehåller mer mjölksyra och har ett lägre pH än hösilage, eftersom hösilagens höga ts-halt begränsar ensileringen. Ett hösilage kan därför beskrivas som ett mellanting mellan hö och ensilage med avseende på WSC-innehåll, pH och fermentationsprodukter (Müller, 2005). Dessa skillnader kan också påverka hästen. Inverkan av olika konserveringsmetoder för vallfoder på hästars preferens, tarmmiljö, ätbeteende och digestion har därför studerats.

Hästarnas preferens undersöktes genom att hö (880 g ts/kg), hösilage med två olika ts-halter (550 och 700 g ts /kg) och ensilage (350 g ts/kg) skördades från samma vall vid samma tidpunkt, och erbjöds samtidigt

till hästarna (Müller & Udén 2007). Hästarnas förstahandsval, ättid och konsumtion av de olika vallfodren registrerades. Ensilage var hästarnas förstahandsval och det foder som hästarna åt mest av och spenderade mest tid med att äta. Därefter följde de övriga fodermedlen i ts-haltordning, med det blötaste fodret först och det torraste sist, dvs hö var sistahandsvalet. Hö var också det foder hästarna konsumerade minst av och spenderade kortast tid med att äta (Müller & Udén 2007).

Inverkan av olika konserveringsmetoder för vallfoder på hästens tarmmiljö och träck har studerats via utfodring av grovtarmsfistulerade hästar med hö (815 g ts/kg), hösilage (548 g ts/kg) och ensilage (343 g ts/kg) skördade vid samma tidpunkt och från samma vall (Müller *et al.* 2008). Den kemiska (pH, ts, mjölksyra och flyktiga fettsyror) och mikrobiologiska (utom streptokocker) sammansättningen i hästens högra ventralkolon och i faeces skiljde sig inte åt då hästarna utfodrats i 21 dagar i ett change-overförsök med de olika vallfodertyperna. Fermentationskinetiken i högra ventralkolon varierade också mycket lite mellan de olika vallfodren, vilket innebar att hö, hösilage och ensilage hade mycket lika fermentation i hästens högra ventralkolon.

Ytterligare faktorer som kan påverka hästarnas ätbeteende och digestion är vallfodrets fysikaliska struktur. Mekanisk bearbetning av grönmassans struktur kan också påverka konservering och aerob lagringsstabilitet, ofta i positiv riktning. Dessa områden är dock bristfälligt undersökta i hästsammanhang. Under 2007/2008 genomfördes därför en studie som jämförde konservering och utfodring av långsträigt och snittat hösilage i rundbalar. Inga skillnader i konserveringsresultat, balvikt/baldensitet, hästarnas ätbeteende, ättid eller hästarnas digestion återfanns mellan snittat och långsträigt hösilage i denna studie (Müller 2009).

## Slutsatser

Mer information om hur olika agrara faktorer inverkar på vallfodrets sammansättning, och hur detta i sin tur påverkar hästarnas ätbeteende och digestion, behöver tas fram via vetenskapliga studier. En stor utmaning i den närmsta framtiden är att hitta objektiva och relevanta metoder för att utvärdera konservering och hygienisk kvalitet i hösilage.

## Referenser

- Müller, C.E. 2005. Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. *Grass and Forage Science* 60:109-118.
- Müller, C.E. and Udén, P. 2007. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. *Animal Feed Science and Technology* 132:66-78.
- Müller, C.E., Pauly, T.M. and Udén, P. 2007. Storage of small bale silage and haylage - influence of storage period on fermentation variables and microbial composition. *Grass and Forage Science* 62(3):274-283.
- Müller, C.E., von Rosen, D. and Udén, P. 2008. Effect of forage conservation method on microbial flora and fermentation pattern in forage and in equine colon and faeces. *Livestock Science* 119:116-128.
- Müller, C.E. 2009. Long-stemmed vs. cut haylage in bales - Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. *Animal Feed Science and Technology* 152: 307-321.
- Persson, P. 2005. Kartläggning och analys av hästverksamheten i Sverige (In Swedish). Rapport, samordningsenheten. Jordbruksverket, Jönköping. ISSN 1102-3007.
- Ragnarsson, S. 2009. Digestibility and metabolism in Icelandic horses fed forage-only diets. Doctoral thesis no. 2009:92, Faculty of Veterinary medicine and Animal Science, SLU, Uppsala, Sweden.
- Robinson, N.E., Derksen, F.J., Olszewski, M.A. & Buechner-Maxwell, V.A. 1996. The pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease of horses. *British Veterinary Journal* 152:283-306.

# Hausteregime for svært godt grovfôr på Jæren, i Valdres og i Trøndelag

Om ein har som mål at grovfôret skal innehalde godt over 0,90 FEm per kg TS, må første-slåtten takast før begynnande skyting hos timotei. Skal resten av årsavlinga ha like høg kvalitet, må det til tre etterfølgjande slåttar på Jæren og på flatbygdene i Trøndelag, medan det held med to i Valdres. Alle stadene er det muleg å produsere fôr som held rundt 0,90 FEm, med tilpassa treslåttsystem.

Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup>, Mats Höglind<sup>2</sup> og Tor Lunnan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar, <sup>2</sup>Bioforsk Vest, Særheim, <sup>3</sup>Bioforsk Øst, Løken  
anne.kjersti.bakken@bioforsk.no

## Bakgrunn

For dei som ønskjer grovfôr med høg potensiell næringsverdi, har oppskrifta vore å ta førsteslåtten tidleg, gjerne i det dei første timoteiaksa blir synlege. Ein slik praksis gjer at ein vesentleg del av årsavlinga blir tatt i gjenvekst etter første- og andre-slått. Det er ikkje gitt at alt grovfôret ein haustar i sesongen må halde høg eller like høg kvalitet, men nokre husdyrprodusentar kan ha dette som mål. Det vil da vere viktig å gjere ei totaltilpassing når det gjeld tal haustingar og haustetider. Innanfor prosjektet "Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon" har ein sett på kva avlingar og kvalitetar ein kan oppnå innanfor mange ulike haustesystem. Vi presenterer her resultat for dei som kom nærast i å gi høg kvalitet i heile årsavlinga.

## Metode

Ulike haustesystem har vorte gjennomført fastliggende i ruteforsøk over tre eller fire år (2004-2007) på Bioforsk sine einingar i Stjørdal i Nord-Trøndelag

(Kvithamar), Øystre Slidre i Valdres (Løken) og på Klepp på Jæren (Særheim). På alle plassane er det gjort forsøk i blandingseng med timotei, engsvingel og raudkløver (Bakken *et al.* 2009a). På Kvithamar og Løken har ulike tre- og fireslåttsystem i blandingseng av kvitkløver og engrapp også vorte testa, medan ein på Særheim har gjort tilsvarande i eng med ei sortsblending av fleirårig raigras og kvitkløver (Bakken *et al.* 2009b). Her er det først og fremst resultat frå felta med timotei, engsvingel og raudkløver som blir presenterte. Førsteslåtane vart i alle regime tatt etter fenologisk utviklingstrinn hos graset, og dei siste etter fast dato om hausten. Mellomliggende slåttar vart hausta etter bestemte intervall av temperatursummar (døgngrader) akkumulert etter slåtten før. Basetemperaturen var 0 °C. Alle haustesystem vart prøvde ut på to nitrogengjødslingsnivå (12 og 24 kg N per dekar og år). Presenterte resultat er gjennomsnitt for desse. Fôr kvaliteten i tørka avlingsprøver frå felta vart analysert med NIRS på Bioforsk sitt laboratorium på Løken. Vekstsesongen er ulikt lang på dei

Tabell 1. Gjennomsnittleg energiverdi over tre år i treslåttsystem i timoteieng der ein hadde svært høg (\*\*\*) og høg (\*\*) kvalitet i førsteslåtten som mål

Forsøksstad	Førsteslått	Andreslått	Tredjeslått
Løken***	Andre veka i juni 0,95 FEm/kg TS	Tredje veka i juli 0,93 FEm/kg TS	Første veka i september 0,91 FEm/kg TS
Kvithamar***	Månadsskiftet mai-juni 0,99 FEm/kg TS	Første veka i juli 0,89 FEm/kg TS	Første veka i september 0,84 FEm/kg TS
Løken**	Tredje veka i juni 0,87 FEm/kg TS	Siste veka i juli 0,93 FEm/kg TS	Første veka i september 0,94 FEm/kg TS
Kvithamar**	Andre veka i juni 0,90 FEm/kg TS	Tredje veka i juli 0,91 FEm/kg TS	Første veka i september 0,85 FEm/kg TS
Særheim **	Første veka i juni 0,89 FEm/kg TS	Tredje veka i juli 0,87 FEm/kg TS	Tredje veka i september 0,88 FEm/kg TS

Tabell 2. Gjennomsnittleg energiverdi over tre år i fireslåttssystem på Særheim

Engtype	Førsteslått	Andreslått	Tredjeslått	Fjerdeslått
Timotei	Siste veka i mai 0,99 FEm/kg TS	Andre veka i juli 0,83 FEm/kg TS	Andre veka i aug. 0,94 FEm/kg TS	Tredje veka i sep. 0,97 FEm/kg TS
Fleirårig raigras	Første veka i juni 0,99 FEm/kg TS	Første veka i juli 0,99 FEm/kg TS	Første veka i aug. 0,95 FEm/kg TS	Andre veka i okt. 0,91 FEm/kg TS

tre stadene. Etter temperaturnormalen for perioden 1961-1990, er det 150 døgn med middeltemperatur på eller over 5 °C på Løken, 180 på Kvithamar og 210 på Særheim. Meir om temperatur og vasshushald på felta finst i Bakken *et al.* (2009a, 2009b).

## Resultat

Dersom ein var ute etter eit førsteslåttfôr med energi-verdi godt over 0,90 FEm/kg TS, måtte timoteienga takast i god tid før begynnande skyting, dvs før akset var synleg på 10 % av skudda. På Løken utgjorde ein slik førsteslått 40-50 % av årsavlinga, og på Kvithamar og Særheim 25-30 %. På den første staden var det muleg å fordele restavlinga på ein andre- og tredjeslått med kvalitet over 0,90 FEm/kg TS (tabell 1). Andreslåttan måtte da takast i siste halvdel av juli og ville da vere godt under 300 kg TS/daa. På dei to andre stadene var det ikkje muleg å få svært høg kvalitet både i andre- og tredjeslått om førsteslått-en hadde vorte tatt svært tidleg og om ein ønska å hauste og utnytte veksten utover tidleghausten. På Jæren kan fireslåttssystem gi slik kvalitet i heile årsavlinga (tabell 2), men det er viktig at veksttida mellom første- og andreslått ikkje blir så lang som i det systemet som vart prøvd i timoteienga i forsøket. Det ville vere lettare å balansere energiverdien på eit jamt og høgt nivå i eit treslåttssystem i timoteibasert eng dersom kravet til kvalitet i førsteslått og seinare slåttar vart sett ned til ca. 0,90 FEm/ kg TS. Slike kunne vere dei som er markerte som tostjerner-regime i tabell 1. Førsteslåttan vart i desse tatt ved begynnande skyting og utgjorde da rundt 50 % av årsavlinga. Gjenveksten etter slike førsteslåttar kunne heller ikkje få stå særleg lenge før energikonsentrasjonen gjekk ned. I dei presenterte tostjerner-systema (tabell 1), vart andreslåttane hausta etter 450, 520 og 620 døgngrader på høvesvis Løken, Kvithamar og Særheim i gjennomsnitt for tre år.

Fôr-kvalitet er ikkje berre eit spørsmål om energi-konsentrasjon, og mange ville kanskje legge like stor vekt på fiberinnhald og -kvalitet når årsavlinga skal fordelast mellom slåttar. Korleis fiberfraksjonen var i dei presenterte slåttane og haustesystema, finn ein i Bakken *et al.* (2009a, 2009b). Vidare vil konserverings-eigenskapar og risiko for dårleg vêt under innhausting telje mykje fordi kvalitet ved utfôring sjølvsagt også vil vere avhengig av desse faktorane.

## Konklusjon

Med ein vekstsesong så lang som på Jæren og ved fjorden i Trøndelag, er det ikkje muleg å oppnå eit energiinnhald på godt over 0,90 FEm/kg TS på heile årsavlinga med berre tre slåttar. I Valdres er tre slåttar nok. Dette gjeld om ein ønsker å hauste alt som blir produsert. Mange vil bruke delar av vårvekst eller gjenvekst til beiting og/eller ta ein tidleg sisteslått og la det som er produsert sist i sesongen stå uhausta. Om ein såleis kan gå ned på talet slåttar, gjeld kravet om hyppig slått like fullt.

## Referansar

- Bakken, A.K., Lunnan, T., Höglind, M., Harbo, O., Lange-rud, A., Rogne, T.E. & Ekker, A.S. 2009a. Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon. Resultater fra flerårige høstetidsforsøk i blandingseng med timotei, engsvingel og rødkløver. Bioforsk Rapport 4(38):95 s.
- Bakken, A.K., Lunnan, T., Höglind, M., Harbo, O., Lange-rud, A., Rogne, T.E. & Ekker, A.S. 2009b. Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon. Resultater fra flerårige høstetidsforsøk i blandingseng med engrapp/kvitkløver og raigras/kvitkløver. Bioforsk Rapport 4(39):77 s.

# Innhald av protein og fiber i blad og stenglar hos timotei ved ulike utviklingssteg

Blad/stengel-tilhøvet er rekna for å vera ein god indikator på kvaliteten av beitegrøde og innhausta grovfôr. Fiber- og råproteininnhald i slike plantedelar hos timotei vart her funne å endre seg mykje, men ikkje i same takt gjennom vårveksten. Tilhøvet mellom desse organa er derfor ikkje alltid og åleine eit eintydig kvalitetsmål.

Torstein H. Garmo<sup>1</sup>, Anne Kjersti Bakken<sup>2</sup> og Åshild Randby<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitetet for miljø og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, <sup>2</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar  
torstein.garmo@umb.no

## Innleiing

Blad/stengel-tilhøvet verkar sterkt inn på kvaliteten av innhausta grovfôr til surfôr og høyr fordi desse organa inneheld ulike andelar og typar av strukturelle karbohydrat og protein. Når beitedyra har høve til det, vil bladrikt plantemateriale oftast verta selektert før meir stengelrikt. Dette har stor innverknad på fôropp- tak og produksjon og jamvel produktkvalitet. Fleire faktorar som haustetid (utviklingssteg, slåttnummer, tid i sesongen), planteart, N-gjødsling og bruk (beiting eller slått) kan verke inn på blad/stengeltilhøvet.

## Materiale og metodar

Planter av Grindstad timotei frå ei 4-års blandingseng på UMB i Ås der timotei dominerte vart hausta med grassaks ved jorดยта ved 3 tidspunkt våren 2008. Enga var gjødsla den 23. april med 9,5 kg N per daa. Timoteiskotta vart sorterte etter kategoriane til Moore *et al.* (1991) og utviklingssteget rekna ut både på grunnlag av tal skott (MSC) og vekta av skotta (MSW) innan

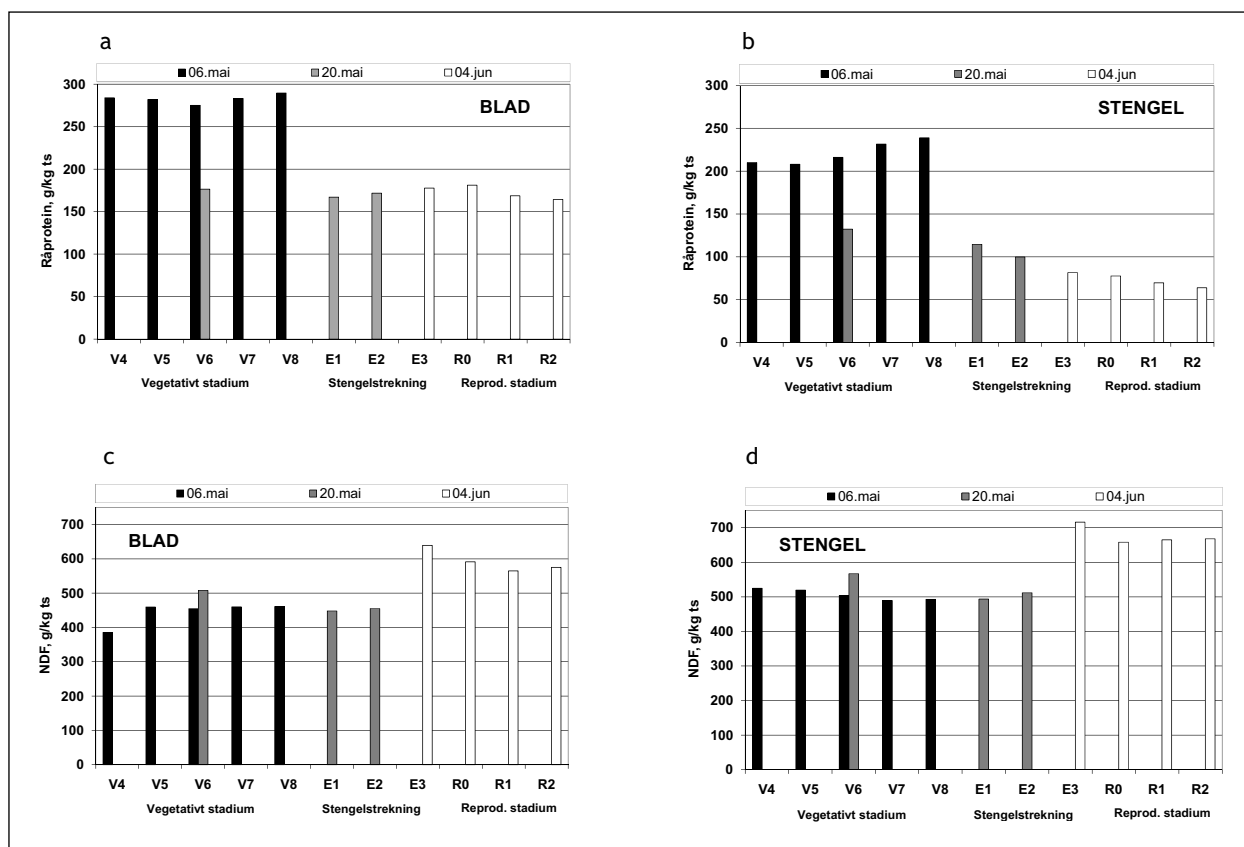
dei ulike kategoriane. Før frysetørking vart bladplata skilt frå stengel+bladslire på alle skott, og deretter vart bladplatene for seg og stenglar+slirer for seg analysert for innhald av råprotein og oskekorrigert NDF (aNDF<sub>om</sub>) ved laboratoriet på IHA, UMB.

## Resultat

Timoteien var på tre/fire-bladstadiet ved fyrste haustedato 6. mai, ved begynnande stengelstrekking den 20. mai og ved begynnande skyting på siste haustedato 4. juni (tabell 1). Blada utgjorde etter tur 67, 47 og 26 % av totalavlinga ved dei tre haustetidspunkta. Ved fyrste haustetid da skotta var på eit vegetativt stadium, fanst det ingen ekte stengel, men bladslirer tett pakka utanpå kvarandre (pseudo-stengel) utgjorde "stengel+bladslirer". I middel for alle haustetidene var innhaldet av råprotein nær på dobbelt så høgt i blad som i stengel +bladslire (210 vs 110 g/kg ts) med størst skilnad ved siste haustetid. Innhaldet av NDF i stengel+bladslire var ca 15 % høgare enn i blada. Innhaldet av råprotein vart kraftig redusert medan innhaldet av NDF auka markant frå 6. mai til 4. juni (tabell 1). For blada var det likevel ingen skilnad for innhaldet av råprotein ved 2. og 3. haustetidspunkt, medan det var ein viss nedgang også mellom 2. og 3. haustetidspunkt for stengel+blad (figur 1a-1b). Det var ingen numerisk skilnad i proteininnhaldet i blad for dei ulike skottkategoriane innan haustetidspunkt, men for stengel+bladslire var det likevel mindre skilnader (figur 1a-1b). Det var berre mindre skilnader for innhaldet av NDF ved fyrste og andre haustetidspunkt både i blad og stengel+bladslire, men NDF-innhaldet auka mykje ved siste haustetidspunkt både i blad og i stengel+bladslire (figur 1c-1d). For

Tabell 1. Middel utviklingssteg, prosent blad og innhald av råprotein og NDF i timoteiskott.

	Haustedato		
	6. mai	20. mai	4. juni
Tal skott analysert	905	185	135
MSC	1,50	2,21	3,11
MSW	1,57	2,25	3,14
Blad, %	66,9	47,4	26,2
Råprotein, g/kg ts			
- Blad	283	172	173
- Stengel+Bladslire	221	116	73
NDFg/kg ts			
- Blad	444	470	593
- Stengel+Bladslire	506	524	677



Figur 1a-1d. Innhold av råprotein i blad (a) og stengel+bladslire (b) og innhold av NDF i blad (c) og stengel+bladslire (d) i timoteiskott.

dei ulike skottkategoriane innan haustetidspunkt var det ein tendens til minkande innhald av NDF ved andre og tredje haustetidspunkt for skott-kategoriane frå V til E og frå R0 til R2. Dette gjaldt både for blad og stengel+bladslire (figur 1c-1d).

### Diskusjon og oppsummering

Sjølv om det er heilt klare og prinsipielle skilnader i protein- og fiberinnhald i blad og i stenglar gjennom heile utviklinga frå vegetativt til generativ stadium, er det likt til at blad/ stengelforholdet åleine ikkje er nokon eintydig og fullgod målestokk for førkvalitet på timotei. Kvaliteten på både blad og stenglar endrar seg mykje og uproporsjonalt utover i vekst-sesongen, sikkert etter når og under kva lys- og næringstilgang dei blir danna og etter kvart som dei blir eldre og veks (Gustavsson & Martinsson 2004). At kvaliteten av same kategori skott også viser seg å vere langt frå konstant gjennom sesongen (Garmo *et al.* 2009) forsterkar inntrykket av at førkvalitet er noko som er svært dynamisk og dermed vanskeleg å predikere sjølv om ein har fenologisk utviklingssteg å halde

seg til. Likevel viser det seg at utviklingssteg uttrykt som gjennomsnittstadium for heile populasjonen av skott, iallfall for timotei, endrar seg så i takt med kvaliteten på bestandet at det er det beste ein i praksis kan halde seg til.

### Referansar

- Garmo, T.H., Bakken, A.K., Randby, Å.T., Eknæs, M., Prestløyken, E. & Dønnem, I. 2009. Husdyrforsøksmøtet 2009:127-130.
- Gustavsson, A.M. & Martinsson, K. 2004. *Europ. J. Agronomy* 20:293-312.
- Moore, K.J., Moser, L.E., Vogel, K.P., Waller, S.S., Johnson, B.E. & Pedersen, J.F. 1991. *Agron.J.* 83:1073-1077.

# Avling og kvalitet av beiteblandingar hausta ved 15 cm plantehøgde gjennom heile sesongen

Over tre år har fleirårig raigras under hyppig hausting gitt like store avlingar som ei vintersterk, "norsk" beiteblanding i Stjørdal. Begge gav fôr med lågt fiberinnhald og høg passasjehastigheit, spesielt på forsommaren. Innhaldet av vassløselege karbohydrat, protein og kalsium var nært knytt til kor mykje kløver det var i bestandet.

Astrid Johansen  
Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar,  
astrid.johansen@bioforsk.no

## Material og metode

Eit rutforsøk med fire beiteblandingar, tre hausteregime og tre gjentak vart etablert ved Bioforsk Midt-Norge Kvithamar i 2006. I dei neste tre åra vart kvar enkelt kombinasjon (blanding x hausteregime) hausta ved ei fast, planlagt plantehøgde gjennom heile vekstsesongen. Plantehøgda vart målt med platemålar på fem punkt i kvar rute før slått. Avlinga i kvar rute vart registrert og prøver for tørrstoffbestemming vart samtidig teke ut. Tørkeprøvene frå to av gjentakta vart seinare hakka og malt og sendt til NIRS-analyse ved Bioforsk Øst Løken. Her vil avlingsresultat for tre engår og kvalitetsanalyser frå første engår for blandingane "Vintersterk" og "Raigras" hausta ved 15 cm plantehøgde og med 7 cm stubbehøgde bli presentert. Frøblandingar frå Felleskjøpet Trondheim vart brukt for å etablere dei to beitetypene, høvesvis SPIRE Beite Vintersterk (22 % 'Vega' og 10 % 'Grindstad' timotei, 10 % 'Norild' og 15 % 'Fure' engsvingel, 12 % 'Entopper' og 13 % 'Monopoly' engrapp, 7 % 'Leik' raudsvingel, 3 % 'Leikvin' engkvein og 8 % kvitkløver) og SPIRE Surfôr Pluss 100 (30 % 'Napoleon', 20 % 'Prana', 20 % 'Baristra', 10 % 'Tove', 10 % 'Ausbi-que' og 10 % 'Fenre' engelsk raigras). I den siste vart 10 % kvitkløver blanda inn før såing. Kvitkløversorten

var 'Milkanova' i begge blandingane. Såmengdene var i samsvar med tilrådingane frå såvareleverandøren. Totalt vart det gjødsla med 18 kg N per år, fordelt på fem (første år) og fire gjødslingar. Siste avlingsregistrering vart teke i slutten av august/første del av september. Etterveksten vart pussa av seint på hausten for å unngå mykje daudgras i første slått våren etter.

## Resultat og diskusjon

Trass utfordrande overvintringsforhold, blant anna med periodevis/langvarig isdekke, gav "Raigras" like store avlingar som "Vintersterk" over ein periode på tre år. Dei to første åra var vekstfarten, og dermed haustedatoane så godt som like for dei to blandingane. Det siste året var gjenvekstfarten tydeleg lågare hos "Vintersterk" enn hos "Raigras" på ettersommaren/hausten. Det skilde såleis ei veke mellom blandingane i dato for slått nr 7 (tabell 1) og 18 dagar ved ein siste slått som ikkje er teke med i berekingane. Årsaka til dette er uviss. Det siste året var imidlertid "Vintersterk" dominert av engrapp (60-70%) som kan tenkjast å ha hatt mindre veksekraft enn raigras under dei rådande forholda. Engrapp overtok gradvis for engsvingel (og timotei) som dominerte bestandet dei to første åra.

Tabell 1. Årsavling for to beitebestand første, andre og tredje engår

	"Vintersterk"			"Raigras"			Signifikans	
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	Blanding	År
Tal slåttar	9	7	7	9	7	7		
Dato for siste slått	21/8	5/9	24/8	21/8	1/9	18/8		
Total avling, kg TS/daa	590	732	693	650	669	680	NS	***

Tabell 2. Plantehøgde ved slått, samt kløverandel og kvalitet (i tørrstoff) estimert med NIRS for avling over 7 cm stubbehøgde for to ulike beitebestand og i ulike månader av første engår (2007). Verdiane for dei to beiteblandingane er gjennomsnitt over beiteperioden (mai-august). Månadsverdiane er gjennomsnitt over beiteblandingar.

	Høgde, Cm	Kløver %	Råprotein %	VLK <sup>1</sup> %	NDF %	Kd <sub>ndf</sub> <sup>2</sup>	FEm	Ca %
"Vintersterk"	14,4	22,3	23,3	11,9	40,5	8,6	1,05	0,65
"Raigras"	14,9	5,9	21,4	17,6	40,5	8,1	1,06	0,55
Mai	16,0	9,9	27,6	12,8	39,3	8,9	1,14	0,51
Juni	15,3	18,7	23,5	16,5	37,5	8,7	1,10	0,62
Juli	14,7	11,4	15,6	17,9	43,6	7,2	0,98	0,63
Aug	12,7	16,1	22,8	11,7	41,7	8,6	1,00	0,66
Effekt av blanding	(*)	***	**	***	IS	**	NS	***
Effekt av måned	***	*	***	***	**	***	***	***

<sup>1</sup>VLK=sukker, analysert som vassløselege karbohydrat, <sup>2</sup> Kd<sub>ndf</sub>=nedbrytingshastigheit av NDF i vom

I "Raigras" var det lite kløver det første året (6 %, tabell 2), men andelen auka til høvesvis 25 % og 30 % dei neste to åra (resultat ikkje vist). Samtidig auka også innslaget av ugras frå inkje til om lag 5 % (subjektivt vurdert). Det var meir kløver i "Vintersterk" enn i "Raigras" dei to første åra, men det siste året var forholdet motsett. Det var dessutan mindre ugras i "Vintersterk" enn i "Raigras". Desse forskjellane kan truleg forklarast med at raigraset er mindre tilpassa det norske klimaet enn grasartane i "Vintersterk" og såleis vart uttynna i plantebestandet over tid. I begge blandingane auka kløverandelen frå mai til juni. Dei neste to åra var auken meir uttalt og heldt fram til juli/august.

Analyseresultata tyder på at det er liten eller ingen forskjell mellom beitebestand dominert av fleirårig raigras og beitebestand dominert av engsvingel og timotei når det gjeld fiberinnhald (NDF), fiberkvalitet (ikkje vist) og energiverdi. Særleg på våren var fiberinnhaldet høgt, svært raskt og så godt som 100 % nedbrytbart. Samtidig var også proteininnhaldet høgt. Dette gir grunnlag for svært høgt fôropptak, men også potensielt rask passasjehastigheit, låg protein/fôr-utnytting og risiko for feittdepresjon hjå høgtytande kyr som får (mykje) kraftfôr i tillegg. Dette kan og må motverkast gjennom å gi dyra tilgang på anna fôr med høg strukturverdi og låg PBV.

I andre og tredje engår var det likevel noko høgare konsentrasjon av NDF og ikkje-nedbrytbar NDF samt lågare nedbrytingshastigheit (kd<sub>ndf</sub>) og meltegrad av "Vintersterk" enn "Raigras" (resultat vil bli presentert på konferansen). I slåttesystem har ein tradisjo-

nelt rekna at engrapp har lågare fôrverdi enn både timotei, engsvingel og raigras. Om dette er tilfelle også når grasartane vert hausta på beitestadiet, og at endringane i botanisk samansetjing i "Vintersterk" på denne måten kan forklare at rangeringa av blandingane m.o.t. kvalitet vart endra over år, er uvisst. Resultata viser at det kan være betydeleg variasjon i kvalitet gjennom sesongen, sjølv når bestandet blir hausta på ei fast, anbefalt plantehøgde. Frå mai til juli var det nedgang i meltegrad og energikonsentrasjon i begge blandingane, men mindre eintydig i 2007 enn i dei neste to åra. Dette kan langt på veg forklarast med at bestandet var eldre når det vart hausta ved 15 cm i juli/august enn i mai, men dels også med at det var rik blomstring og høg andel stenglar i kløveravlinga i juli/august. Meir kløver kan også langt på veg forklare at det vart funne høgare konsentrasjon av råprotein og kalsium (Ca) i "Vintersterk" enn i "Raigras" dei to første åra og vice versa det siste året.

## Konklusjon

Det ser ut til å ha lite å seie for avling og kvalitet kva frøblanding (av desse to) ein vel i område der raigras overvintrar brukbart. Ein kan likevel ikkje utelukke at det er forskjellar mellom blandingane m.o.t. kva dyra føretrekkjer og yter mest frå, heller ikkje at det forskjellar i kor godt bestanda toler trakk og beiting. Ved hyppig slått ser det ut til at kløverandelen vil auke/halde seg høg, sjølv med god N-gjødsling.

## Referansar

Nesheim, L. 2008. Engrapp og engsvingel til eng og beite. Bioforsk FOKUS 3(1):156-157.



# Produksjon og utnytting av gjenvekst ved høge avdråttsnivå

Kyr med høg avdrått må få energirikt grovfôr frå eng som er tidleg og hyppig slått, og der gjenvekstar utgjer ein stor del av årsavlinga. Mellom vårvekst og gjenvekst vil det vere skilnader i proteininnhald og fiberkvalitet. Det trengst meir kunnskap om korleis ein kan balansere dei ulike kvalitetane i ei målretta føring.

Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup> og Håvard Steinshamn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar, <sup>2</sup>Bioforsk Økologisk, Tingvoll  
anne.kjersti.bakken@bioforsk.no

## Økologisk mjølk frå godt grovfôr

Med den auken som har vore i avdrått og kraftfôrforbruk i økologisk mjølkproduksjon dei siste åra (Ebbesvik 2009), er tida inne for å fokusere sterkt på korleis ein skal produsere og bruke svært godt grovfôr. Det er her tale om konservert vinterfôr med høg energikonsentrasjon og ein lettfordøyeleg fiberfraksjon. Samtidig som ein treng svært godt grovfôr, vil ein i store besetningar med eller utan kjøttproduksjon integrert, sjølvsagt også ha behov for andre kvalitetar grovfôr. I tillegg må grovføret også bidra mykje til proteinforsyninga til dyra.

## Grovfôrqualitätar frå tradisjonell og intensiv engdrift

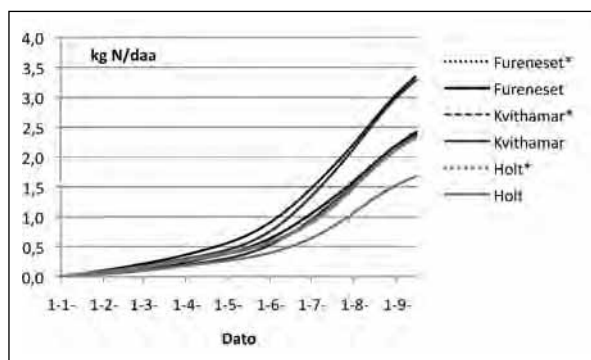
Det er grunn til å tru, og ein ser allereie, at behovet for svært godt grovfôr vil intensivere engdrifta. Med det meiner vi at iallfall vårveksten, men også seinare slåttar vil bli tatt tidlegare enn før, og at talet på

haustingar per sesong vil auke. Slike haustesystem gjer at ein innan bruk disponerer fleire grovfôrqualitätar. Dette har vi utfrå skjønn og forsøk (Lunnan 2004, Ebbesvik *et al.* 2008, Johansen *et al.* 2008, Steinshamn upublisert) rubrisert koss *kan* vere i Fjaler (Fureneset), Stjørdal (Kvithamar) og Tromsø (Holt) med timotei, engsvingel og raudkløver som viktigaste artar i enga (tabell 1).

I det tradisjonelle haustesystemet er førsteslått tatt mellom skyting og full skyting hos timotei med ein kløverandel godt under 40 %, og ligg i klassen "middels energikonsentrasjon". Andreslått har hatt ei lang veksttid og inneheld mykje og sterkt generativ kløver med lågare innhald av fiber (NDF) enn grasnet, men høgare innhald av ufordøyeleg NDF. På Fureneset og Kvithamar ligg andreslått i lågaste kalitetsklasse, men i middels på Holt på grunn av kortare veksttid før slått. På Holt blir såleis kvaliteten

Tabell 1. Forventa avling og råprotein- og fiberinnhald (NDF og ufordøyeleg NDF, UNDF) i denne fordelt på ulike kvalitetsklassar i tradisjonelt toslått-system og meir intensive system med svært tidleg førsteslått og to eller ein (på Holt) etterfølgjande slåttar

Haustestrategi og lokalitet	Høg energikonsentrasjon FEm over 0,91/kg TS			Middels energikonsentrasjon FEm frå 0,80 til 0,90/kg TS			Låg energikonsentrasjon FEm under 0,80/kg TS		
	Avling	Råprot	NDF (UNDF)	Avling	Råprot	NDF (UNDF)	Avling	Råprot	NDF (UNDF)
	FEm/daa	% i TS	% i TS	FEm/daa	% i TS	% i TS	FEm/daa	% i TS	% i TS
Tradisjonell									
Fureneset	-			500	10	53(5)	500	13	48(10)
Kvithamar	-			450	10	53(5)	400	13	48(10)
Holt	-			550	12	53(7)	-		
Intensiv									
Fureneset	250	12	43(2)	600	14	45(9)	-		
Kvithamar	250	12	43(2)	550	14	45(9)	-		
Holt	150	11	43(2)	350	13	50(10)	-		



Figur 1. Akkumulert nitrogenforsyning frå ugjødsla mineraljord med 6 % moldinnhald, moderat eller høg (\*) fruktbarheit og med eng året før. Simuleringane er gjort med GJØK (Fystro *et al.* 2005) på grunnlag av normalverdiar (1961-1990) for temperatur og nedbør.

på avlinga på totalt 550 FEm/daa i mellomklassen, eit vekta gjennomsnitt av første- og andreslått.

I det intensive systemet er førsteslått tenkt tatt når ein ser i dei første aksa på timoteien. I eit normalår (1961-1990) skjer dette etter simuleringar i Bioforsk sin grovfôrmodell (<http://www.vips-landbruk.no/models/mo1001s.jsp>) litt før og litt etter 10. juni på høvesvis Fureneset og Kvithamar, og i første veka i juli på Holt. Denne grasdominerte slåtten utgjør langt under halvparten av årsavlinga, både fordi veksttida før slått er kort, veksten hos kløver er dårleg pga låg temperatur og fordi nitrogenforsyninga frå jord er svært låg frå våren (figur 1). Bruk av aktuelle mengder husdyrgjødsel på engar endrar ikkje situasjonen vesentleg, og råproteininnhaldet i avlinga som ligg i høg energiklasse, er lågt. Andreslått inneheld meir kløver, og er der det er lang vekstsesong, tenkt tatt ca 600 døgngrader (basetemperatur 0 °C) etter førsteslått og sist i august på Holt. Tredjeslått (Kvithamar og Fureneset) er kløverrik og fiberfattig, men med høgt innhald av ufordøyeleg NDF. Denne utgjør i lag med andreslått den foreslåtte totalavlinga i klasse middels energikonsentrasjon.

### Forskning for å endre kvalitet i ulike slåttar

Etter vårt syn, er det begrensa kor mykje ein kan utjamne energi- og proteinkonsentrasjon mellom førsteslått og gjenvekstar i intensive haustesystem i tradisjonelle artsblandingar (timotei, engsvingel og raudkløver). Sjølv om nitrogenforsyninga er låg frå våren, evnar ikkje raudkløveren med si seinare utvikling å dominere bestandet med gras i rask strekking. All økologisk engdyrking må legge til rette for kløvervekst, og ein må ta ut potensialet når det er der, dvs i gjenvekstane. Med på kjøpet av nitrogen

til vekst og protein til dyra, får ein raudkløveren sin fiberkvalitet. Det er grunn til å sjå nærare på korleis denne er og utviklar seg etter temperatur, stråling og vassstilgang i ulike bestandstypar. Sjølv om den ufordøyelege andelen av NDF-fraksjonen er og vil vere høg, kan den fordøyelege delen ha kvalitetar og energiverdi som kan brukast målretta i fôringa. Vidare kan det også vere interessant å sjå på om det er variasjonsbreidde innan arten raudkløver når det gjeld tempo på fenologisk utvikling under norske forhold. Tidlege sortar vil kanskje kunne auke kløverandelen i vårveksten, og bli mindre vedaktige i gjenvekstane. Det er også muleg at bruk av stort mangfald av grasartar og av grasartar med mindre synkron skyting enn timotei, kan utjamne skeivfordelinga av protein og energi mellom vårvekst og gjenvekst. Engrapp, fleirårig raigras, engsvingel og hundegras er aktuelle her. Timoteien blir jo heller ikkje varig i dei intensive systema, og det er eit viktig spørsmål om det er ugras eller andre gras som kjem inn når han går ut. Samtidig treng vi også timoteien si stengelutvikling i gjenveksten for å få fiber og meir opne bestand enn det reint vegetativt gras gir.

### Forskning for å utnytte ulike kvalitetar og total avling

Den auka bruken av rundballeensilering legg til rette for at ulike dyr og dyregrupper målretta kan fôrast med ulike grovfôr kvalitetar. Om ein innan brukseining praktiserer både ekstensive og intensive haustesystem, vil variasjonsbreidda på det ein disponerer vere stor (tabell 1). Tidleg hausta førsteslåttsfôr trengst til dømes for å gi energidekking til kyr i topplaktasjon, som samtidig kan få ein viss andel av meir proteinrikt gjenvekstfôr. Sinkyr, kviger og oksar treng grovfôr-rasjonar balansert på andre måtar. Det trengst vidare forskings- og utviklingsarbeid både på plante- og fôringsida for at denne balanseringa skal kunne gjerast.

### Referansar

- Ebbesvik, M., Hansen, S., Bakken, A.K., Strøm, T., Govasmark, E. & Steinshamn, H. 2008. Økologisk grovfôr og proteinforsyning til drøvtyggere. Bioforsk FOKUS 3(1):140-141.
- Ebbesvik, M. 2009. Likere enn før i mjølkeproduksjonen. Bonde og Småbruker nr 7/2009:16.
- Fystro, G., Abrahamsen, S. & Lunnan, T. 2005. Utvikling av nye metodar for gjødslingsplanlegging. Grønn forskning 9(2):52-58.
- Johansen, A., Bakken, A.K. & Hansen, S. 2008. Potensial for mjølkeproduksjon basert på sjølvforsyning frå eit økologisk dyrkingssystem. Bioforsk FOKUS 3(1):142-143.
- Lunnan, T. 2004. Avling, kvalitet og varigheit i økologisk kløvereng. Grønn kunnskap 8(2):136-143.

# Kompostert sauetalle brukt som gjødsel i eng

Kompostert sauetalle der lauvflis er nytta som strø gjev like god gjødselverknad som talle tilsett andre strømiddel. Avlingsmengde og -kvalitet er meir påverka av kløverinnhaldet i den økologisk enga enn av type og mengde gjødsel brukt i denne utprøvinga.

Synnøve Rivedal og Samson L. Øpstad

Bioforsk Vest, Fureneset

synnove.rivedal@bioforsk.no

## Innleiing

Bruk av talle i sauehaldet kan igjen vere aktuelt då ein av økonomiske årsaker søkjer etter enkle løysingar som krev mindre investeringar når ein byggjer hus til sau. I samband med at ein har undersøkt bruk av lauv til sauefôr har ein også sett nærmare på lauvflisa sine eigenskapar som strømiddel og som tilsats i husdyrgjødsel. Lauvflisa som vart nytta som strø er restane som låg att etter at sauene hadde plukka ut og ete tørka lauv, bork og unge skot (Garmo og Braanaas 2003). Ein har undersøkt lauvflisa i høve til andre strøslag med omsyn til kor eigna den er som strø, næringsstoffinnhald i kompostert sauetalle og gjødselverknad i attlegg og eng.

## Material og metodar

Det vart lagt ut eit utprøvingfelt på Sogn jord- og hagebrukskule i 2000 og eit på Tokvam i 2003 (begge Aurland i Sogn og Fjordane) der ein samanlikna gjødselverknad av kompostert sauetalle ved bruk av dei ulike strømidla lauvflis, kveitehalm, blanding av desse to strøtypene, sagflis frå bartre og rein sauegjødsel. Det vart gjødsla i attleggsåret og 2. engår med 1,5 og

2,5 tonn/daa av dei ulike gjødselslaga. Gjødsla vart prøvd ut både i rein graseng (40 % timotei, 35 % engsvingel, 12,5 % engrapp, 12,5 % fleirårig raigras) for å måle den reine gjødseleffekten og i blandingseng av gras/kløver (32 % timotei, 28 % engsvingel, 10 % engrapp, 10 % fleirårig raigras, 10 % raudkløver, 10 % kvitkløver) for å sjå effekten under praktisk retta dyrkingsforhold. Det vart brukt bygg som dekkvekst i attleggsåret og det vart hausta to gonger årleg i tre engår. Førsteslåtten vart hausta om lag ei veke etter skyting og andreslåtten 7-8 veker etter førsteslåtten.

## Resultat og diskusjon

Komposten av talle der det var brukt lauvflis som strø skilde seg ikkje frå dei andre kompostane med omsyn til næringsstoffinnhald, men C/N-forholdet var noko lågare enn der det var brukt sagflis. I forhold til rein sauegjødsel hadde alle kompostane eit høgare C/N-forholdet og eit lågare innhald av ammonium-N.

Første engår var det ikkje skilnad i avling mellom verken type eller mengde gjødsel som vart brukt i attleggsåret (tabell 1 og 2). Andre engår (gjødslings-

Tabell 1. Tørrstoffavling (kg ts/daa) i eng med og utan kløver gjødsla med sauegjødselkompost med ulike tilsatsar, sum for 1. og 2. slått i 3 engår. Resultat frå 1 felt (Tokvam)

Gjødseltype	Første engår		Andre engår		Tredje engår	
	Gras	Gras/kløver	Gras	Gras/kløver	Gras	Gras/kløver
Sauegjødsel	488 <sup>a</sup>	608 <sup>a</sup>	665 <sup>a</sup>	1029 <sup>ab</sup>	394 <sup>b</sup>	529 <sup>a</sup>
Kveitehalm	509 <sup>a</sup>	596 <sup>a</sup>	614 <sup>ab</sup>	1045 <sup>a</sup>	426 <sup>ab</sup>	539 <sup>a</sup>
Lauvflis	501 <sup>a</sup>	586 <sup>a</sup>	606 <sup>b</sup>	980 <sup>ab</sup>	443 <sup>a</sup>	520 <sup>a</sup>
Lauvflis + kveitehalm	479 <sup>a</sup>	570 <sup>a</sup>	605 <sup>b</sup>	942 <sup>b</sup>	408 <sup>ab</sup>	499 <sup>a</sup>
Sagflis	508 <sup>a</sup>	583 <sup>a</sup>	620 <sup>ab</sup>	947 <sup>b</sup>	393 <sup>b</sup>	486 <sup>a</sup>
Gjennomsnitt	497 <sup>a</sup>	589 <sup>b</sup>	622 <sup>a</sup>	989 <sup>b</sup>	413 <sup>a</sup>	515 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> <sup>b</sup> Tal i same kolonne med ulik heva bokstav er signifikant ulike. På linja for gjennomsnitt er tal med ulik heva bokstav innan år signifikant ulike (P<0,05)

Tabell 2. Tørrstoffavling (kg ts/daa) i eng med og utan kløver gjødsla med ulike mengder sauegjødselekompost, sum for 1. og 2. slått i 3 engår. Resultat frå 1 felt (Tokvam)

Gjødselmengde	Første engår		Andre engår		Tredje engår	
	Gras	Gras/kløver	Gras	Gras/kløver	Gras	Gras/kløver
0	404	546	531	871	315	409
1,5 t/daa	486 <sup>a</sup>	586 <sup>a</sup>	605 <sup>a</sup>	963 <sup>a</sup>	395 <sup>a</sup>	510 <sup>a</sup>
2,5 t/daa	508 <sup>a</sup>	590 <sup>a</sup>	640 <sup>b</sup>	1014 <sup>a</sup>	431 <sup>b</sup>	519 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Tal i same kolonne med ulik heva bokstav er signifikant ulike (P<0,05)

Tabell 3. Føreiningkonsentrasjon (FEm/kg ts) og innhald av protein (g PBV/Fem) i 1. og 2. slått i 3 engår i gjennomsnitt for tilsats og mengde gjødsele i rein graseng (G) og i eng med kløver(G/K). Resultat frå 1 felt (Tokvam)

	Første engår				Andre engår				Tredje engår			
	1. sl		2. sl		1. sl		2. sl		1. sl		2. sl	
	G	G/K	G	G/K	G	G/K	G	G/K	G	G/K	G	G/K
FEm	0,83 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,86 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,82 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,86 <sup>a</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,79 <sup>b</sup>
PBV	-87 <sup>a</sup>	-71 <sup>b</sup>	-44 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	-67 <sup>a</sup>	-19 <sup>b</sup>	-51 <sup>a</sup>	-5 <sup>b</sup>	-76 <sup>a</sup>	-61 <sup>b</sup>	-9 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Tal på same linje med ulik heva bokstav innan slått er signifikant ulike (P<0,05)

år) var det svært høg avling særleg i blandingsenga gras og kløver. Kløverinnhaldet låg her på 20 % i førsteslåttan og 30 % i andreslåttan. Rein sauegjødsele gav størst avling i grasenga (665 kg ts/daa) og kompostert talle tilsett kveitehalm i blandingsenga gras og kløver (1045 kg ts/daa). I grasenga gav 2,5 tonn gjødsele høgare avling enn 1,5 tonn (640 mot 605 kg ts/daa). I blandingsenga var avlingsskilnaden mellom gjødselmengdene ikkje sikker (tabell 2). Tredje engår (etterverknadsår) gjekk avlinga ned igjen. I blandingsenga låg kløverinnhaldet på 11 % i førsteslåttan og 14 % i andreslåttan. Kompost tilsett lauvflis gav høgast avling i rein graseng (443 kg ts/daa) medan rein sauegjødsele og kompost tilsett sagflis gav lågast avling (393 kg ts/daa). Det var framleis utslag for mengde gjødsele, 431 kg ts/daa ved 2,5 t/daa mot 395 kg ts/daa ved 1,5 t/daa. I blandingsenga var det ikkje skilnader verken mellom tilsats eller mengde gjødsele. Avlingsskilnaden på feltet var alle år meir avhengig av om det var kløver i enga enn av type eller mengde gjødsele. Dette ser ein særleg andre engår då den gjennomsnittlege avlinga i blandingsenga gras og kløver var 989 kg ts/daa mot 622 kg ts/daa i grasenga.

Det var liten skilnad i avlingskvalitet mellom type og mengde gjødsele, men det var skilnader mellom rein graseng og blandingseng gras og kløver (tabell 3). Den sterkt negative PBV-verdien vitnar om mangel på nitrogen særleg i den reine grasenga, men og i førsteslåttane av blandingsenga gras og kløver. Ved andreslåttane utgjorde kløveren ein større del av avlinga, og samlinga av nitrogen har truleg vore meir

effektiv grunna høgare temperatur utover sommaren, og PBV-verdiane låg rundt 0. Føreiningkonsentrasjonen (FEm/kg ts) var lågare i enga med kløver enn i den reine grasenga. Sidan næringsforsyninga har vore betre i enga med kløver kan dette ha framskunda fysiologisk utvikling slik at føreiningkonsentrasjonen har vorte lågare. I tillegg har kløveren grov stengel og kan ha komme lenger i fysiologisk utvikling enn graset særleg i andre slått.

## Konklusjon

Gjødselverknad av kompostert sauetalle der lauvflis er nytta som strø er like god som verknaden av dei andre gjødselslaga brukt i dette forsøket. I økologisk engdyrking med moderat gjødsling er kløveren svært viktig for avlingsmengde og avlingskvalitet. Det er likevel vanskeleg å få eit fôr med tilstrekkeleg proteininnhald i førsteslåttan. Med berre to slåttar har føreiningkonsentrasjonen vorte for låg, særleg i andreslåttan for blandingsenga av gras og kløver. For å oppnå tilstrekkeleg energirikt fôr måtte ein ha hausta begge slåttane ved eit tidlegare utviklingstrinn og eventuelt ha teke ein tredje slått eller ei lett beiting. Dette ville også ha verka positivt på proteininnhaldet.

## Referanse

Garmo, T. H. og Braanaas, A. 2003. Om fôringa - verknad på tilvekst i drektigheitstida. Resultat frå lauvfôrprosjektet i Sunnfjord. I: Austad, I., Braanaas, A. & Haltvik, M. (red.). Lauv som ressurs. Ny bruk av gammal kunnskap. HSF-rapport 4/03. Høgskulen i Sogn og Fjordane og Fylkesmannen i Sogn og Fjordane: 59-65.

# Kontroll av høymole i økologisk grasmark

Høymole (*Rumex* spp.) er kanskje det aller viktigste ugraset i grasmark. I dette innlegget presenteres resultater fra forsøk hvor vi har sett på ulike muligheter for å redusere antall høymoleplanter i gjenleggsåret i grasmark.

Lars Olav Brandsæter<sup>1</sup>, Paul E. Hatcher<sup>2</sup>, Espen Haugland<sup>3</sup>, Matthias Koesling<sup>4</sup>, Kjell Mangerud<sup>5</sup> og Tor Lunnan<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk plantehelse & UMB, Institutt for plante- og miljøvitenskap, <sup>2</sup>School of Biological Sciences, The University of Reading, UK, <sup>3</sup>Bioforsk Nord, Holt, <sup>4</sup>Bioforsk økologisk, Tingvoll, <sup>5</sup>Høyskolen i Hedmark, <sup>6</sup>Bioforsk Øst, Løken  
lars.olav.brandsaeter@bioforsk.no

## Bakgrunn

Gjennom prosjektet "Kontroll av høymole (*Rumex* spp.) i økologisk forproduksjon - en flaskehals ved økologisk melke- og kjøttproduksjon" skal vi finne metoder for å redusere forekomsten av høymole i grasmark. Prosjektet tar opp følgende problemstillinger: (i) Sammenhengen mellom høymolas utbredelse, hvilke økotyper som finnes, hvordan grasmarka behandles, og fysiske og kjemiske forhold i jorda. (ii) Hvilke svake punkter i livssyklusen (frøspiring og skuddskyting fra rotbiter) har høymola som kan nyttiggjøres i kontrollsammenheng. (iii) Evaluere potensialet for biologisk kontroll, ved hjelp av naturlig forekommende organismer. (iv) Optimalisering av "helhetlige" strategier mot høymole i økologisk grasmark. Denne siste problemstillingen søker å sette sammen en kombinasjon av ulike mulige tiltak for å få bedre kontroll av høymole.

## Om forsøkene

Forsøkene som presenteres i dette innlegget har inkludert følgende forsøksfaktorer og hypoteser:

### Tidspunkt for gjenlegg av eng

Hypotesen vår var her at man ved å fornye enga etter 1. slått ville unngå spiretoppene fra både frø, kanskje også nye skudd fra gamle røtter. Nye planter fra begge disse to 'kildene' er i litteraturen (eks. Zaller 2004) beskrevet å ha en spiretopp på våren.

### Falsk såbed for å redusere frøbanken i øvre jordskikt før såing av gjenlegg

Høymolefrø blir stimulert til spiring av lys (eks. Lie 2009). Vi ville undersøke hvordan gjentatt harving før såing av gjenlegg påvirker antall frøplanter av høymole i gjenlegget.

### Oppdeling av høymolas pålerot

Rotkutting 5-7 cm under toppen med etterfølgende dyp pløying kan gi redusert 'nistepakke' for nye planter og dermed reduserte muligheter for oppspiring av nye skudd ( jfr. Fykse 1986; Pye 2008). Toppen av høymolerota ble enten kuttet av ved å frese på ca 7 cm dybde før pløying (2007) eller ved hjelp av en spesielt brei forplog (2008). I 2009 ble det brukt en kniv påmontert plogen.

### Bruk av dekkvekst i gjenlegget for å redusere antall frøplanter ved hjelp av sterkere konkurranse

Feltforsøkene ble gjennomført i perioden 2007-2009 på 3-4 lokaliteter (Ås, Valdres, Tingvoll, Troms). Første forsøksserie ble oppstartet i 2007, den andre i 2008. I tillegg til disse omfattende forsøksfeltene ble det i 2009 dessuten gjennomført et spesialforsøk hvor rotkutting ble gjort med en horisontal kniv som gikk ca 7 cm ned i bakken. Dette ble kombinert med to pløedybder og med/uten skummeutstyr på plogen. I alle forsøk har det blitt brukt vanlige jordbruksredskap.

Etter en startkarakterisering av antall høymoleplanter på alle forsøksruter, ble resultatene av behandlinger registrert som antall høymoleplanter ved flere tidsintervall etter gjenleggsdato, samt biomasse både for høymola og kulturgraset ved normale slåttetider året etter.

## Resultater og diskusjon

Et gjennomgående resultat i forsøkene har vært at det har kommet et betydelig høyere antall nye høymoleplanter fra frø enn fra skudd fra gamle røtter. Men, i det toårige forsøksopplegget har antall talte planter første høst konsekvent vært langt høyere enn hva vi registrerte året etter. Det er nærliggende å tro

at planter som kommer fra frø vil være mindre robuste enn planter fra rotskudd og derfor i større grad vil dø i løpet av vinteren.

Såing etter førsteslått har ikke gitt den generelle nedgangen i antall høymoleplanter som vi hadde forventet. I enkelte situasjoner, og da spesielt for lokalitet Valdres, registrerte vi det motsatte, der det ble flere høymoleplanter ved utsatt såing av gjenlegget. Dette kan ha flere årsakssammenhenger, men vi tror at for høyereliggende områder som Valdres kan det være en fare at vekstsesongen blir for kort for et slik seint etablert gjenlegg. Spesielt for forsøket 2007-2008 i Valdres så vi at sein såing ga gjenlegg med dårlig konkurransevne i forhold til høymola. Her ga sein såing i 2007 også sterkt redusert grasavling året etterpå.

Oppkutting av høymolas pålerot ved bruk av ulike typer utstyr har ikke gitt entydig reduserte antall planter, selv om vi i enkelte forsøk så en reduksjon på opp mot 50 %. Den usikre effekten av kapping kan sannsynligvis forklares med at selv en slik liten rotbit med skuddanlegg ofte har nok opplagsnæring til å komme seg opp til overflaten igjen. Dessuten kan en slik kutting stimulere til økt skuddskyting fra rotbiter (Pye 2008).

Både våre og andres forsøk underbygger at best mulig konkurranse fra gjenlegget er viktig for å redusere antall høymoleplanter. Bruk av dekkvekst kan være en slik konkurransefaktor. Av våre forsøk ser det ut som om bruk av dekkvekst har en reduserende effekt på antall nye høymoleplanter der hvor ugrasfrøbanken (av andre ugras) er liten (eks. feltet på Løken), men der hvor denne frøbanken er stor (eks. Tingvoll hvor det var mye linbendel) er effekten mindre. Dette skyldes antageligvis at ugraset under slike forhold selv tjener som en dekkvekst. Resultatene fra forsøkene med falsk såbed er ikke ferdig analysert men det synes som om denne metoden har redusert antall frøplanter av høymole, noen tilfeller også planter fra røtter. Dette siste kan muligens skyldes en viss grad av utsulting ved gjentatt harving.

I det spesielle forsøket med rotkutting, skummeutstyr og pløyedybder reduserte rotkutting antall høymoleplanter med bare 3,5 %, bruk av forplog versus ikke skummeutstyr ga 28 % reduksjon og 24 cm pløyedybde ga 65 % reduksjon i forhold til 16 cm dybde. Dette er registreringer gjort ca 40 dager etter utført tiltak. I dette forsøket ble det ikke sådd noe gjenlegg. Pløye-

dybde var den eneste faktoren som ga signifikant sikker forskjell.

Vi oppsummerer: (a) Såing av gjenlegg etter 1. slått, sammenlignet med såing om våren, har i våre forsøk ikke redusert antall høymoleplanter i gjenlegget. (b) Kutting av høymolas pålerot har ikke gitt god nok effekt til at metoden bør anbefales. (c) Optimal konkurranse fra gjenlegget, hvor bruk av dekkvekst er en mulighet, er viktig for å redusere antall høymoleplanter. (d) Bruk av falsk såbed synes, med et lite forbehold, å redusere antall høymoleplanter. (e) Pløyekvalitet, bruk av forplog og pløyedybde ser så langt ut til å være de viktigste faktorene for å redusere nye skudd fra røtter.

## Referanser

- Fykse, H. 1986. Experiments with *Rumex* species Growth and regeneration. Scientific reports of The Agricultural University of Norway 65 (25) (Reprint no.197 from The Norwegian Plant Protection Institute Department of Herbology) 11s.
- Lie, Å.I. 2009. Kontroll av høymole (*Rumex* spp.) i økologisk landbruk, med vektlegging på frø og frøspiring. Masteroppgave UMB/Bioforsk Plantehelse. 45s.
- Pye, A. 2008. Ecological Studies of *Rumex crispus* L. Propagation, Competition and Demography. Doctoral Thesis No. 2008:101. Faculty of natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Zaller, J.G. 2004. Ecology and non-chemical control of *R. crispus* and *R. obtusifolius* (Polygonaceae): a review. Weed Research 44:414-432.

# Overvintringsevne og fôrkvalitet i *Festulolium* samanlikna med andre artar

Overvintringsevna i raisvingelsortar avspeglar i stor grad vinterstyrken til foreldreartane, og i område med snømuggangrep vil spesielt avlinga i førsteslåtten vera korrelert med resistens mot snømugg. Fôrkvaliteten varierer med foreldreartane, og strandsvingeloppav gir høgre NDF og iNDF samanlikna med andre raisvingelsortar og grasartar.

Liv Østrem<sup>1</sup> og Arild Larsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Vest, Fureneset, <sup>2</sup>Graminor AS  
liv.ostrem@bioforsk.no

## Innleiing

Eit samarbeidsprosjekt mellom UMB, Bioforsk og Graminor AS har sett spesielt på fiberfraksjonane av fôrkvaliteten i raisvingel (*X-Festulolium*). I det nye fôrmiddelvurderingssystemet, NorFôr, er den ufordøyelege fiberdelen, iNDF, den viktigaste faktoren m.o.t. fordøyingsgraden i fôret. I feltforsøk vart utanlandske markedsortar og norske kandivarar av raisvingel samanlikna med sortar av timotei, engsvingel, strandsvingel og fleirårig raigras.

## Material og metodar

Sortsforsøk vart etablert i 2006: Vågønes (Bodø, Nordland), Bjørke (Hamar, Hedmark) og Fureneset (Fjaler, Sogn og Fjordane). Sortsoversikt er gitt i tabell 1. Felta vart hausta tre gonger per år.

Feltforsøk til fôrkvalitetsvurdering vart etablert i 2006 på Vågønes og Fureneset, sortsoversikt er gitt i tabell 2. Sortane vart hausta ved tidleg (aksa så vidt synlege) og normal haustetid (aksa halvvegs ut av

Tabell 1. Overvintring (% dekning vår, DKN2) og sumavling (Kg tørrstoff da<sup>-1</sup>, SUMAVL2) i 2. engår på tre forsøksstader

Sort	Art/ Kombinasjon**	Vågønes		Bjørke		Fureneset	
		DKN2	SUMAVL2	DKN2	SUMAVL2	DKN2	SUMAVL2
Hykor	<i>L.m.xF.a.</i>	75	750	100	1079	99	1174
Fojtan	<i>L.m.xF.a.</i>	24	548	68	963	99	1023
Agula	<i>F.p.xL.m.</i> , T	4	474	64	825	99	1114
Felopa	<i>F.p.xL.m.</i> , T	8	437	40	776	97	1144
Rakopan	<i>L.m.xF.p.</i> , T	7	452	40	814	99	1178
Perun	<i>L.m.xF.p.</i> , T	1	-	21	733	99	1221
Punia	<i>L.m.xF.p.</i> , T	33	571	62	796	99	1190
Paulita	<i>L.m.xF.p.</i> , T	2	408	51	832	96	1282
FuRs0136	<i>L.m.xF.p.</i> , T	0	-	13	519	97	1088
FuRs0354	<i>L.m.xF.p.</i> , D	0	-	13	475	28	1070
Saikava	<i>L.m./L.p.xF.p.</i> , T	15	601	39	643	99	1125
FuRs0028	<i>L.p.<sup>Fp.</sup></i> , D	47	483	49	664	96	1016
FuRs0357	<i>L.p.<sup>Fp.</sup></i> , D	68	676	68	731	99	1133
FuRs9812	<i>L.p.xF.p.</i> , T	83	750	34	552	98	1054
FuRs0135	<i>L.p.xF.p.</i> , T	73	717	45	627	100	1185
FuRs0463	<i>L.p.xF.p.</i> , T	92	818	49	631	100	985
Napoleon	Fleirårig raigras, T	62	668	50	709	96	1119
Fure/Norild*	Engsvingel	77	563	100	806	99	986
Retu	Strandsvingel	66	650	65	905	97	1088
Grindstad/Vega*	Timotei	81	526	72	1007	98	1002
Middel		40,9	572	52,3	754,3	95,1	1109
p%		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LSD 5%		26,1	84,0	13,6	109,5	3,8	102,1

\* Norild og Vega brukt på Vågønes, \*\**L.m.*: italiensk raigras, *L.p.*: fleirårig raigras, *F.a.*: strandsvingel, *F.p.*: engsvingel, D: diploid, T: tetraploid

Tabell 2. NDF (% av tørrstoff) og iNDF (% av NDF) i ruteavling (1. og 2. slått) og tørrstofffraksjonar av blad og stengel (1. slått). Middell av to utviklingssteg (tidleg og normal skyting), to år (2007, 2008), og to stader (Fureneset, Vågønes). (24 prøvar per tal)

Sortar og kandivarar	Ruteavling		1. slått				2. slått	
	NDF	iNDF	Blad		Stengel		Ruteavling	
			NDF	iNDF	NDF	iNDF	NDF	iNDF
Hykor	53,2 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>	50,4 <sup>b</sup>	8,9 <sup>a</sup>	60,1 <sup>c</sup>	13,4 <sup>a</sup>	52,2 <sup>a</sup>	9,4 <sup>a</sup>
Felopa	47,6 <sup>c</sup>	7,0 <sup>c</sup>	40,9 <sup>c</sup>	0,8 <sup>d</sup>	56,2 <sup>d</sup>	11,1 <sup>abc</sup>	49,8 <sup>abc</sup>	6,9 <sup>cd</sup>
FuRs0463	46,2 <sup>c</sup>	7,8 <sup>bc</sup>	42,5 <sup>c</sup>	3,3 <sup>b</sup>	54,6 <sup>d</sup>	9,0 <sup>c</sup>	47,4 <sup>c</sup>	6,1 <sup>cd</sup>
FuRs0357	47,5 <sup>c</sup>	8,5 <sup>b</sup>	41,8 <sup>c</sup>	3,1 <sup>bc</sup>	54,5 <sup>d</sup>	11,0 <sup>abc</sup>	47,9 <sup>bc</sup>	7,5 <sup>bc</sup>
FuRs0028	47,8 <sup>c</sup>	8,2 <sup>bc</sup>	42,4 <sup>c</sup>	4,5 <sup>b</sup>	54,9 <sup>d</sup>	11,1 <sup>abc</sup>	50,2 <sup>ab</sup>	8,7 <sup>ab</sup>
Grindstad	60,4 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	53,4 <sup>a</sup>	4,3 <sup>b</sup>	69,2 <sup>a</sup>	12,6 <sup>ab</sup>	51,8 <sup>a</sup>	6,0 <sup>d</sup>
Fure	53,9 <sup>b</sup>	6,8 <sup>c</sup>	48,3 <sup>b</sup>	1,4 <sup>cd</sup>	63,2 <sup>b</sup>	10,2 <sup>bc</sup>	49,0 <sup>bc</sup>	3,9 <sup>e</sup>
Napoleon	47,5 <sup>c</sup>	8,4 <sup>b</sup>	41,5 <sup>c</sup>	2,7 <sup>bc</sup>	54,7 <sup>d</sup>	11,6 <sup>abc</sup>	48,9 <sup>bc</sup>	9,4 <sup>a</sup>

Ulike bokstavar (a,b,c,d,e) indikerer signifikante skilnader mellom sortane ( $P \leq 0,05$ )

slira). Det vart samstundes teke ut planteprøve på minst 45 skot per rute, som vart delt i blad- og stengelfraksjon. Alle planteprøvar vart tørka ved 60 °C i 48 timar og analysert ved NIRS.

## Resultat og diskusjon

### Overvintring og avling

Ei akseptabel tørrstoffavling av raisvingelsortar er avhengig av overvintringsevna. Dette gav ulik rangering av sortar i ulike landsdelar. Utanlandske markeds-sortar hadde god avling i Sør-Norge, men var mindre produktive i Nord-Norge. Overvintringsevna ser ut til å vera ein kombinasjon av resistens mot biotiske, fysiske og fysiologiske faktorar. Fysiologiske faktorar kan vera viktige sidan nokre sortar har stor haustvekst og dermed oppnår dårleg herding. Kandivarar med opphav i kryssinga fleirårig raigras x engsvingel viste god overvintringsevne.

Avling i første slått hadde klar samanheng med plantedekning om våren på Vågønes og Bjørke, og var sterkast korrelert i første engår på Vågønes der vinterskadane var størst (tabell 1). På Fureneset, med lite vinterskadar, var det ingen samanheng i første engår, men korrelasjonen kom fram i seinare engår og med aukande vinterskadar. Sumavlinga i dei enkelte engåra var mindre påverka av plantebestand om våren, mykje fordi raisvingel har stor evne til busking og gir stor gjenvekst.

Både på Vågønes og Bjørke var angrep av smøgg viktig for plantebestand av raisvingel om våren. På Vågønes viste smøggangrep på bladverk like etter

at snøen var smelta, ein klar negativ korrelasjon med dekning etter at veksten var komen i gang om våren ( $r = -0,78^{***}$ ), og med avling i første slått ( $r = -0,60^{***}$ ). Låg resistens mot smøgg var avhengig av genetisk bakgrunn. Sortar med genom frå strandsvingel, som 'Hykor' og 'Fojtan', hadde høg resistens. Både strandsvingel og engsvingel har høg resistens mot smøgg, medan raisvingelsortar med bakgrunn i engsvingel ser ut til å visa lite av resistensen hos denne foreldrear-ten.

### Førkvalitet

Signifikant høgere NDF-verdiar i 1. slått i 2008 enn i 2007 kom truleg av høgere temperatur og lite nedbør i vekene før hausting, og iNDF-verdiane var meir påverka enn NDF. I snitt over to år var Hykor raisvingel ganske lik engsvingel ('Fure'/'Norild') i førsteslått, men 'Hykor' hadde høgere innhald av iNDF, særleg i bladfraksjonen. Grindstad timotei hadde klart høgast innhald av NDF av alle testa sortar, og iNDF-innhaldet var likt med 'Hykor'. I timotei er stengelfraksjonen spesielt fiberrik. Felopa raisvingel, norske kandivarar og Napoleon fleirårig raigras hadde minst mengde. Same resultat fann ein i stor grad også i 2. slått. Til tross for at Hykor raisvingel og engsvingel begge har rein bladgjenvekst, er den høge fiberdelen i 'Hykor' knytt til veksemåten med to lange blad i kvart skot (tabell 2).

### Prosjektfinansiering

Prosjektet "Festulolium with improved forage quality and winter survival for Norwegian farming" er finansiert av Norges Forskningsråd og er eit samarbeid mellom UMB, Graminor AS og Bioforsk.



# Raisvingel og timotei - tilvekst og slaktekvalitet på okser

To raisvingelsorter, Felina og Felopa, og timotei ble testet i et fôringsforsøk med okser. Bakgrunnen for forsøket er interessen for grasarter med gode overvintringsegenskaper, og som gir en god tilvekst og slaktekvalitet hos storfe. Ingen forskjeller ble påvist på dyrenes produksjonsparametre

Margarita Novoa-Garrido<sup>1</sup>, Birger Volden<sup>1</sup> og Harald Volden<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Nord, Bodø, <sup>2</sup>Tine og Universitetet for miljø og biovitenskap  
margarita.novoa-garrido@bioforsk.no

## Vekster brukt i forsøket

Studiet inkluderte raisvingelsortene (*X-Festulolium*) Felina (*Lolium multiflorum* x *Festuca arundinacea*) og Felopa (*Lolium multiflorum* x *Festuca pratensis*), og timotei (*Phleum pratense*) sorten Vega. 'Felina' har i tidligere studier vist seg å være mer vintersterk enn 'Felopa'. Vega timotei er godt etablert ved Bioforsks forskningsstasjon i Bodø med gode avlings- og produktjonsresultater, og ble av denne grunnen valgt som kontroll i forsøket.

## Dyrene og grovfôret

Tretti ett år gamle (+/- 28 dager) okser av rasen Norsk Rød Fe ble tilfeldig fordelt på tre forsøksgrupper ved forsøkstart. Hver gruppe ble fôret med surfôr av førsteslått av de tre grovfôrtypene dyrket ved Bioforsks forskningsstasjon i Bodø (breddegrad: 67.28 °N,) sommeren 2008. Oksene ble fôret *ad libitum* to ganger daglig. For å kunne påvise størst mulig effekt av de tre grovfôr-kvalitetene på dyrenes tilvekst og slaktekvalitet ble mengden kraftfôr begrenset til ett kilo kraftfôr per dyr/dag. Hver tredje uke ble grovfôropptaket registrert tre dager på rad, og dyrene ble veid en gang i måneden.

Gruppene var jevne med hensyn på alder og vekt både ved forsøkstart og forsøkslutt. Dyrene sto i forsøket i fire måneder i gjennomsnitt. Slaktetidspunktet ble avgjort av antatt oppnådd slaktevekt på 300 kg. Slaktene ble klassifisert av trent slakteri personell etter det standardiserte EUROP-systemet for storfe.

Neutral detergent fiber eller nøytralt løselig fiber (NDF) har tradisjonelt blitt brukt som en indikator på grovfôr-kvaliteten. Grovfôr-kvalitetene ble høstet ved samme NDF innhold ( $\approx 500$  g/kg TS) og formålet var å

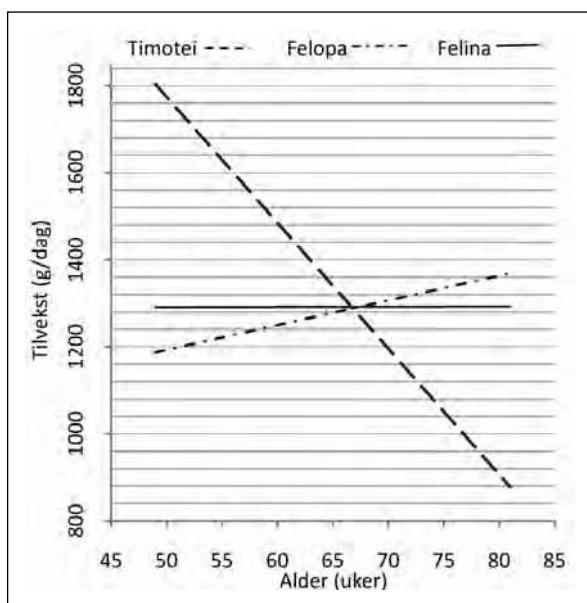
evaluere om andre egenskaper enn totalt NDF påvirker grovfôropptaket og grovfôrets energiverdi.

## Resultatene

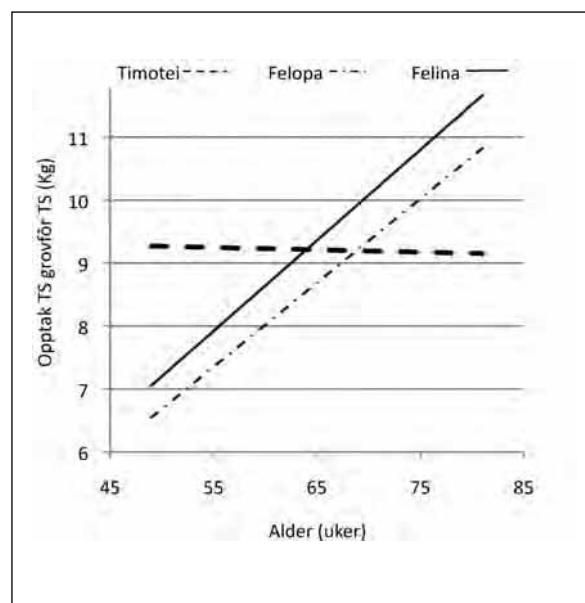
Timoteigruppen viste signifikant størst tilvekst (1431 g/dag) mens raisvingelgruppene hadde en gjennomsnittlig tilvekst på 1271 g/dag. Forskjellen på tilvekst var større mellom timotei- og Felopagruppen enn mellom timotei- og Felinagruppen. Tilveksten i timoteigruppen var likevel ikke jevn gjennom hele forsøksperioden. Vektøkningen i timoteigruppen var størst i den første halvdel av forsøksperioden. I den andre halvdel av forsøksperioden var tilveksten i raisvingelgruppene større enn i timoteigruppen. For raisvingelgruppene var tilveksten jevn gjennom hele perioden (figur 1).

Grovfôr TS opptaket i timoteigruppen var signifikant høyere enn i Felopagruppen, mens det ikke var sikre forskjeller i opptaket mellom timotei- og Felinagruppen, og mellom raisvingelgruppene. Utviklingen av grovfôr opptaket over tid i timoteigruppen holdt seg jevnt på ca 9,5 kg TS/dag over hele forsøksperioden, mens grovfôr opptaket økte gjennom forsøksperioden i begge raisvingelgruppene (figur 2).

Det ble ikke påvist noen signifikante forskjeller mellom slaktevektene i fôringsgruppene. Gjennomsnittlig slaktevekt var på 303 kg. I forhold til fettklasse viste timoteigruppen en tendens til noe større fett- % enn raisvingelgruppene, men denne forskjellen var ikke signifikant. De tre fôringsgruppene hadde gjennomsnittlig fettklasse 3. Ingen signifikant forskjell ble påvist på muskelsetningen mellom gruppene. Slaktene ble vurdert i klassen O/ O+ på muskelsetting. Dyrene i timoteigruppen var 497 dager gamle i gjennomsnitt



Figur 1. Utvikling i den daglige tilveksten i timotei-, Felina- og Felopagrupperne under forsøksperioden.



Figur 2. Utvikling av grovfôr tørrstoff opptak i timotei-, Felina- og Felopagrupperne under forsøksperioden.

når de ble slaktemodne. Oksene i raisvingelgruppene ble slaktemodne noe senere; 512 dager for Felopagrupperne og 506 dager for Felinagrupperne.

### Diskusjon og konklusjon

Til tross for den begrensede mengde kraftfôr som ble brukt under forsøket, hadde dyrene i alle de tre gruppene en veldig god tilvekst. Med tilgangen på kraftfôr begrenset til ett kg per dyr og per dag, indikerer tilveksten at grovfôret generelt var av god kvalitet. Dette kan forklares med relasjonen mellom høstetidspunkt ved NDF på 500 g/kg TS og grovfôr kvaliteten. Øvrige resultater på kvaliteten av grovfôret brukt under dette fôringsforsøket foreligger ikke ennå.

Vektøkningen i timoteigruppen var større enn hos raisvingelgruppene. Dette skyldes sannsynligvis et høyere næringsinnhold i timoteisurfôret. Grovfôr-opptaket var også høyere i timoteigruppen enn i raisvingelgruppene, noe som tyder på en høyere fordøyelighet av NDF. Forskjellen i vektøkning mellom timotei- og raisvingelgruppene kan forklares med at timoteigruppen har spist mer grovfôr. Årsaken kan være at timoteien var mer smakelig enn raisvingel.

Observasjonen av en reduksjon i den daglige tilveksten på timoteigruppen utover i forsøksperioden kan ses i sammenheng med et uforandret grovfôr-opptak. Dyrene i raisvingelgruppene hadde en raskere

vektøkning enn i timoteigruppen, og dette kan ha sammenheng med at grovfôr TS-opptaket i begge raisvingelgruppene økte over tid. Forklaringen på denne forskjellen i opptaksmønster skyldes sannsynligvis at dyrene i timoteigruppen oppnådde slaktemodenhet ved en tidligere alder, men det kan igjen ha sammenheng med smakelighetsegenskaper til de forskjellige gras-sortene.

Grassortene hadde ingen effekt på klassifiseringen av slakt, og slaktene fikk forøvrig gode klassifiseringer for denne rasen.

Det mangler analyser av en del forklaringsvariabler som næringsinnhold, fordøyelighet og smakelighet, men ut i fra slakteklassifiseringen kan man likestille timotei og raisvingelsortene Felina og Felopa som grovfôrkilder. På en annen side viser resultatene at, på grunn av en større tilvekst, ble dyrene i timoteigruppen sendt til slaktning 12 dager tidligere i gjennomsnitt enn dyrene som hørte til raisvingelgruppene. Dette er av økonomisk betydning for bonden.

# Skal timoteien framleis vera dominerande i engfrøblandingane våre?

Timoteibaserte frøblandingar dominerer i Norge. Timotei har god overvintringsevne, rask etablering, enkel frøavl og god fôr kvalitet, men toler intensiv drift og beiting dårleg. Raigras- og raisvingelbasert eng er alternativ langs kysten av Sør-Norge. I innlandet er bladfaks og hundegras aktuelle.

Tor Lunnan  
Bioforsk Aust Løken  
tor.lunnan@bioforsk.no

Timotei går inn i dei aller fleste av frøblandingane som blir brukt i Norge. Arten går som regel også inn med størst vektprosent i såfrøet. Blandingar som ikkje er dominerte av timotei er anten basert på fleirårig raigras eller raisvingel, mest brukt på Vestlandet, eller på hundegras eller bladfaks, mest brukt på Austlandet.

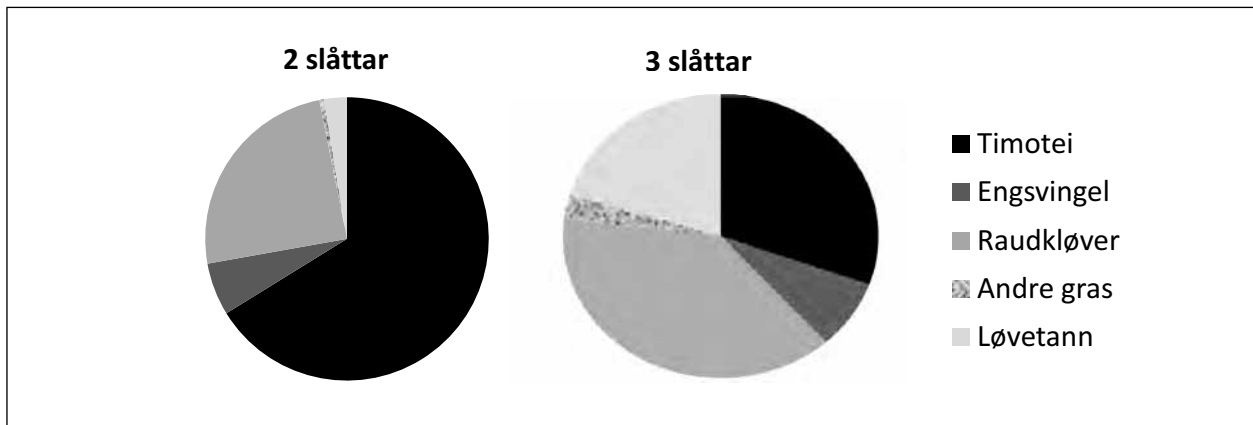
Det er mange årsaker til at timotei har fått så dominerande plass hos oss. Vi har godt tilpassa sortsmateriale som høver til dyrking over heile landet med hardføre nordnorske sortar som greier vintrane både i Nord-Norge og i fjellet i Sør-Norge. Vidare er timotei grei å frøavle i Norge med gode, stabile avlingar slik at forsyninga av norsk frø har vore god. Vi dekkjer heile frøbehovet (ca. 1200 tonn årleg) med innlandsk frøavl (Havstad 2009).

Timotei er av dei mest hardføre og vintersterke grasartane vi har. Arten toler vinterpåkjenningar som frost og isdekke betre enn til dømes engsvingel og raigras. Timotei spirer raskt etter såing og etablerer seg godt i såingsåret. Veksten kjem raskt i gang om våren. Timotei er yterik med store avlingar, spesielt i førsteslåtten. Det er nok med lang dag for utvikling av frøstenglar, slik at timotei kan setje mykje strå også i gjenvekst, men her er det stor forskjell mellom sortar.

Timotei har god strå kvalitet og toler sein hausting til høy betre enn mange andre grasartar. Timotei er lite utsett for bladsjukdommar. Fôr kvaliteten går likevel ned med utsett haustetidspunkt. Med mykje strå i avlinga blir fiberinnhaldet høgt, og både proteininnhaldet og energiverdien går mykje ned med aukande utvikling. Innhaldet av vassløseleg karbohydrat er

relativt lågt hos timotei, lågare enn i engsvingel og raigras. Mineralinnhaldet er også gjerne lågare enn i meir bladrike gras. Lågare innhald av kalium kan ofte vera ein fordel, men lågt innhald av fosfor, svovel og natrium er mindre ønskeleg.

Den største ulempa med timotei er dårleg varigheit ved intensiv dyrking. Ved hyppig hausting og beiting går timoteien tilbake og andre artar og ugras kan ta over plassen. Figur 1 viser botanisk samansetnad i timotei/engsvingel/raudkløvereng tredje engåret i forsøk med to og tre slåttar på Løken i Valdres. Ved tre slåttar er timoteien svekka og spesielt kjem det mykje løvetann inn. Engsvingel har ikkje greidd å ta over plassen til timotei her. I tilsvarande forsøk på Kvithamar i Stjørdal gjekk timotei enda sterkare tilbake, men her tok engsvingel over slik at ugrasinnhaldet var moderat også ved tre slåttar (Bakken *et al.* 2009a). Med å ta med andre grasartar i frøblandinga kan varigheita og toleransen for hyppig hausting og beiting aukast. Engsvingel er mest brukt, men i blandingar for meir langvarig eng og med mykje beiting er også engrapp godt eigna. Timotei er ein god partner til kløver ved at veksemåten ikkje er så aggressiv. Timotei er svak for tørke samanlikna med artar som hundegras og bladfaks som har eit sterkare og djupare rotsystem. Hundegras blir rekna som lite smakeleg til beite, men kan gje gode resultat hausta på eit tidleg stadium til surfôr. Hundegras gir rask og god gjenvekst, men graset er utsett for soppjukdom på bladverket og virussjukdom. Overvintringa er heller ikkje så sikker som for timotei, spesielt er hundegras utsett for sein vârfrost. Bladfaks har stor avlingskapasitet og er meir varig enn timotei i tørre innlandsstrøk (Lunnan 1999). Bladfaks høver dårlegare enn hundegras i intensive haustesystem, og arten er tidlegare



Figur 1. Botanisk samansetnad i tredjeårseng sådd med timotei, engsvingel og raudkløver på Løken i Valdres ved eit tradisjonelt tohaustingssystem (til venstre) og ved tre haustingar med tidleg førsteslått til høgre. Middel av to felt.

i utvikling enn timotei slik at haustetidspunktet må vera tidleg for å oppnå høg kvalitet.

Raigras- og raisvingelbasert eng kan vera eit godt alternativ til timotei der desse artane er tilstrekkeleg vintersterke. I kyststrøka på Sør-Vestlandet greier fleirårig raigras seg godt gjennom dei fleste vintrane. Raigras gir da vel så stor avling som timotei, og fôrkvaliteten er betre når det blir hausta på same stadium (Bakken *et al.* 2009b). Raigras har spesielt høgare innhald av vassløseleg karbohydrat enn timotei. Gjenveksten er også større, medan veksten frå våren ofte er dårlegare enn hos timoteien på grunn av dårlegare overvintring.

Raisvingel har kome på marknaden dei siste åra og har vist seg som ein yterik grasart. Spesielt har sortar av strandsvingeltypen vist seg som meir hardføre enn fleirårig raigras. Gjenveksten etter slått er rask. Fôrkvaliteten er derimot ikkje så god som hos raigras, og det er derfor viktig å hauste tidleg for å oppnå høg kvalitet.

Den sterke posisjonen til timotei i frøblandingane vil nok halde seg framover. Timoteiblandingane har stort bruksområde og med innblanding av andre grasartar og kløver i tillegg til timotei har dei stor fleksibilitet. Bruken av raisvingel kan auke med meir hardføre sortar. Fleirårig raigras kan også auke, særleg dersom klimaet utviklar seg meir i retning av mildare vintrar som vil gje sikrere overvintring. I tørre innlandsstrøk vil bladfaks framleis bli brukt ein del, og hundegras er også aktuelt.

## Referanser

- Bakken, A., Lunnan, T., Höglind, M., Harbo, O., Langerud, A., Rogne, T. & Ekker, A. 2009a. Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt og mjølkeproduksjon. Resultater fra flerårige høstetidsforsøk i blandingseng med timotei, engsvingel og rødkløver. Bioforsk Rapport 4 (38).
- Bakken, A., Lunnan, T., Höglind, M., Harbo, O., Langerud, A., Rogne, T. & Ekker, A. 2009b. Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt og mjølkeproduksjon. Resultater fra flerårige høstetidsforsøk i blandingseng med engrapp/kvitkløver og raigras/kvitkløver. Bioforsk Rapport 4 (39).
- Havstad, L.T. 2009. Frøavl av timotei. Bioforsk WEB, dyrkingsveiledning.
- Lunnan, T. 1999. Bladfaks - avling og kvalitet. Fire bladfaks-sortar samanlikna med to timoteisortar ved to haustetider for førsteslåtten. Planteforsk Rapport 16/99, 14 s.

# Resultater fra inter-nordisk prosjekt på *Colletotrichum acutatum* i jordbær og kirsebær

*Colletotrichum acutatum*, som forårsaker svartflekk i jordbær, er også årsak til bitteråte i frukt. Soppen er i tillegg funnet på mange andre plantearter i Norge, inkludert alle frukt- og bærarter. Det er derfor viktig å undersøke om det kan foregå kryssinfeksjon mellom plantearter og om soppen som er isolert fra andre verter er like aggressiv på jordbær og kirsebær som den som finnes på disse to artene.

Gunn Mari Strømeng<sup>1</sup>, Jorunn Børve<sup>2</sup>, Andrew Dobson<sup>1</sup> og Arne Stensvand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Bioforsk Vest, Ullensvang  
gunn-mari.stromeng@bioforsk.no

## Beskrivelse av prosjektet

Bioforsk har et prosjekt, Improved control of *Colletotrichum acutatum* in strawberry and sweet cherry (2008-2011, finansiert av Norges forskningsråd og Gartnerhallen), hvor hovedmålet er å forbedre bekjempelse av *C. acutatum* i jordbær og kirsebær ved å få større kunnskap om soppens biologi og epidemiologi. Prosjektet er basert på samarbeid med forskningsgrupper i Finland og Danmark og har fokus på tre viktige områder, hvor forskningsgruppene har hovedansvar for hvert sitt område. Soppen kan eksistere på og i plantemateriale uten at det utvikles symptomer, dvs. som latente infeksjoner, og dette gjør at soppen lett kan spres med infisert plantemateriale uten at den oppdages. I Danmark arbeides det med å finne en rask og pålitelig metode for å påvise latente infeksjoner i plantemateriale. Et annet viktig område er å undersøke om *C. acutatum* kan overvinne i planterester og jord og i alternative vertplanter (som ugras) fra en vekstsesong til en annen, eller til og med over flere år, og dermed være kilde til smitte for nyetablerte felt. Dette arbeidet gjøres i stor grad i Finland, men også med undersøkelser i Danmark og Norge. Ved Bioforsk har vi hovedansvar for å undersøke forekomst av infeksjon på tvers av forskjellige plantearter (kryssinfeksjon), og om isolater av *C. acutatum* er aggressive på jordbær og kirsebær, uansett hvilken planteart de opprinnelig kommer fra. Det er dette arbeidet i jordbær som blir videre omtalt her.

## Symptomer på *C. acutatum* i jordbær

*C. acutatum* kan forårsake skade på vegetative plan-

tedeler, og her i Norge har vi observert symptomer på utløpere i flere felt. Det er likevel når bærene blir angrepet at skaden anses som mest alvorlig. Det er rapportert at skade på bær kan ødelegge så å si hele avlingen under værforhold som er gunstige for infeksjon og spredning. Så omfattende skade har kun forekommet noen få ganger i Norge. Når bærene har utviklet symptomer, er det for seint å sette inn tiltak mot sjukdommen. Typiske symptomer på bærene er brune til svarte flekker, som gjerne er innsunkne. Råten virker gjerne litt tørr, og ofte kan en se oransje eller rosa sporemasser i flekkene.

## Innsamling av soppisolater i Norge

Helt siden svartflekk ble påvist i jordbær i Norge for første gang i 1999 har det vært samlet inn isolater av *C. acutatum*. Til nå er det samlet inn over 150 isolater fra om lag 30 plantearter, inkludert jordbær, kirsebær, eple, plomme, pære, bringebær, solbær, bjørnebær og hageblåbær, og i tillegg fra flere prydeplanter og ugras. Ved hjelp av molekyllære analyser har de fleste isolatene blitt klassifisert i forhold til genetisk slektskap. Resultatet av denne analysen viste at de norske *C. acutatum*-isolatene grovt kunne deles inn i tre grupper ut fra hvor nært beslektet de var. I hver av de tre gruppene var det soppisolater fra henholdsvis kirsebær (gruppe A), eple (gruppe B) og jordbær (gruppe C) som dominerte, noe som indikerte at isolatene var vertsspesifikke. Da det skulle settes i gang smitteforsøk i jordbær for å se på aggressivitet hos isolater med ulik opprinnelse, ble to isolater vilkårlig valgt ut fra hver av gruppe A, B og C. Isolatene

som ble valgt ut fra gruppe A, ble opprinnelig isolert fra søtkirsebær og bringebær. Isolatene fra gruppe B var fra eple og bulkemispel, mens begge isolatene fra gruppe C var fra jordbær.

### Smitteforsøk i felt

Et innledende feltforsøk i jordbær med cv. Korona ble gjennomført i Ås i 2009 for å se om det var forskjell på de seks isolatenes evne til å forårsake symptomer på bær under feltforhold. Siden de fleste tilfeller av *C. acutatum* i jordbær i Norge har vært latente infeksjoner, var vi først og fremst interessert i å se om vi kunne få symptomer på bær. Vi sprøytet derfor sporer av soppen direkte på grønn og hvit kart. I perioden hvor sporene ble påført var det varmt og tørt, og ved de to første høstingene var det ingen symptomer. Tredje og siste høsting ble gjort etter om lag en uke med mye nedbør, og da var det symptomer på mange av bærene. I rutene hvor bærene var påført soppisolater fra kirsebær-gruppen, hadde i gjennomsnitt 42 og 53 % av bærene symptomer. For bær påført soppisolater fra eple-gruppen, hadde henholdsvis 22 og 54 % av bærene symptomer, mens soppisolater fra jordbær gav 90 og 98 % bær med symptomer. Det var ingen symptomer på bærene i ubehandlede ruter. Forsøket viste at isolater fra alle tre gruppene kunne gi symptomer på jordbær i felt, men indikerte også at det var forskjell på aggressivitet i de ulike isolatene. Det vil bli gjennomført flere feltforsøk de nærmeste årene.

### Smitteforsøk i laboratorium

Det har blitt gjennomført smitteforsøk i laboratorium på vegetative deler av jordbær (utløpere og bladstilker) og på bær. Så langt viser smitteforsøk i bær den samme tendensen som i felt, at isolatene fra jordbærgruppen er mer aggressive enn de andre. Labforsøkene omfatter flere sorter, og hittil har vi hatt forsøk med sortene Korona, Frida og Sonata, og tendensen er den samme i alle sortene. Smitteforsøk med vegetative plantedeler er viktige, fordi disse kan fungere som smittetilberedende bærinfeksjoner, og fordi soppen kan spre seg latent fra plante til plante, slik at mottakeligheten i disse plantedelene også kan ha stor betydning for skadeomfanget i bæravlingen. Så langt ser det ut til at resultatene fra smitting av vegetative plantedeler stemmer godt overens med resultatene fra bærforsøkene, ved at jordbærisolatene er de mest aggressive.

Kryssinfeksjon fra søtkirsebær til jordbær i felt I Ullensvang ble det våren 2008 plantet vevsformerte jordbærplanter av sortene Korona og Florence under søtkirsebærtrær. Disse søtkirsebærtrærne hadde i årene før hatt noe bitterråte på fruktene og vi ville undersøke om soppen som var på søtkirsebærtrærne ville smitte over på jordbærplantene. Sesongene 2008 og 2009 ble blader fra disse jordbærplantene plukket inn, fryst og lagt varmt og fuktig i 6 dager for å se om *C. acutatum* vokste på dem. Det ble funnet *C. acutatum* både på 'Korona' og 'Florence'. I feltet ble det ikke funnet synlige symptomer på sjukdom verken på vegetative deler av plantene eller bærene. Likevel tyder disse observasjonene på at *C. acutatum* kan flytte fra en vertsplante til en annen.

# Alternative middel mot mjøldogg i jordbær

Jordbærmjøldogg (*Podosphaera aphanis*) er problematisk i enkelte jordbærsortar og er eit aukande problem pga. meir dyrking av jordbær i høge plasttunnelar. Denne artikkelen omhandlar resultat frå prøving av ulike alternative middel mot jordbærmjøldogg. Forsøka vart gjort i laboratorium, veksthus og plasttunnel.

Arne Stensvand<sup>1</sup>, Belachew Asalf<sup>2</sup>, Håvard Eikemo<sup>1</sup>, Andrew Dobson<sup>1</sup>, Anne Marte Tronsmo<sup>2</sup>, David M. Gadoury<sup>3</sup> og Robert C. Seem<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Cornell University, USA  
arne.stensvand@bioforsk.no

## Kort omtale av preparata

- AQ10 inneheld levande soppsporar av *Ampelomyces quisqualis* som er ein hyperparasitt på mjøldogg. *A. quisqualis* har tidlegare vore prøvd ut her i landet mot mjøldogg i veksthusagurk. Firmaet som marknadsfører preparatet tilrår å blanda det med Silwet Gold som er eit silikonbasert, ikkje-ionisk spreiemiddel.
- Vacciplant er basert på eit ekstrakt frå brunalger (laminarin). Det er lansert som ein aktivator av forsvarsmekanismar mot mellom anna mjøldogg i jordbær.
- JMS Stylet oil er ei mineralolje som har vore brukt mot mellom anna mjøldogg i vindruer i USA og er tillatt brukt i økologisk dyrking der.
- Rapsolje + såpe er brukt mellom anna mot mjøldogg og tillatt brukt i økologisk dyrking.
- Thiovit Jet har svovel som aktivt stoff og er brukt mot mjøldogg. Det er tillatt i økologisk dyrking
- Candit (kresoximmetyl) og Topas 100 EC (penkonazol) er kjemiske preparat mot mjøldogg.

## Forsøk

Ved forsøk i veksthus vart det brukt 25 % av tilrådd dosering og sprøyta enten dagleg eller tre gonger pr. veke. I plasttunnel vart det brukt 50 % av tilrådd dosering og sprøyta to gonger pr. veke. Både i veksthus og plasttunnel var det eit høgt smittepress. Sprøyting med vatn og kjemiske preparat (Candit + Topas) vart brukt som kontrollar. Sprøytingane pågjekk i 3-4 veke. Det vart berre registrert angrep på bladverk.

I laboratoriet vart soppen dyrka fram på delblad av jordbær plassert i Petri-skåler med vassagar. Effekten av preparata vart testa på følgjande måte: (i) førebyggjande, dvs. smitting med soppen rett etter

at preparata hadde tørka etter påføring, (ii) kurativ, dvs. sprøyting med preparata 2 døgn etter infeksjon, men før soppen vaks fram, (iii) eradikativ, dvs. sprøyting med preparata etter at soppen hadde vakse fram. Angrepsgrad, sporedanning og sporespiring vart registrert.

## Resultat og diskusjon

Både i veksthus og plasttunnel reduserte den kjemiske kontrollen og AQ10 + Silwet Gold signifikant angrepet av mjøldogg. Ved dagleg påføring av AQ10 (åleine), Vacciplant og Thiovit, var det ein moderat reduksjon i mjøldogg i veksthus, men ved tre handsamingar pr. veke i veksthus eller to gonger pr. veke i plasttunnel var ikkje desse signifikant forskjellige frå handsaming med vatn. I plasttunnelen hadde mineralolja og rapsolja kraftig sviverknad (fytotoksisitet).

Ved forsøk i laboratoriet viste det seg at Silwet Gold i seg sjølv hadde ein effekt og at verknaden av Silwet Gold åleine ikkje var dårlegare enn i blanding med AQ10. Brukt åleine hadde AQ10 ingen positiv effekt på angrepsgrad, sporedanning eller sporespiring. Den beste effekten var av Candit i laboratorieforsøka. Topas hadde litt dårlegare effekt. Thiovit hadde middels førebyggjande effekt, men såg ut til å ha ein dempande effekt også ved handsaming etter infeksjon. Også Vacciplant hadde ein førebyggjande og ein viss kurativ effekt i laboratoriet. Dei to oljene vart ikkje testa vidare i laboratorieforsøka, fordi dei truleg er ueigna pga. fare for sviing.

Vi kan ikkje tilrå AQ10, Vacciplant eller oljer til bruk i veksthus eller plasttunnelar. Til det er verknaden for usikker. Thiovit er nok fortsatt det beste alternativet mot mjøldogg i økologisk dyrking. Våre resultat

stadefestar difor tidlegare forsøk i Noreg med alternative middel mot jordbærmjøldogg (Sønsteby *et al.* 2003, 2005).

### Referansar

- Sønsteby, A., Stensvand, A., Skaug, J., Hjeljord, L. & Tronsmo, A. 2003. Alternative metoder mot jordbærmjøldogg og gråskimmel i økologisk jordbærproduksjon. Grønn kunnskap 7(2):364-375.
- Sønsteby, A., Sween, R. & Stensvand, A. 2005. Alternative metoder til bekjemping av jordbærmjøldogg og jordbærøyeflekk. Grønn kunnskap 9(2):611-617.



# Kan nyttesopp tilføres ved planting av jordbær for å bekjempe veksthusnutebilla?

Utenlandske resultater viser at sopp som dreper veksthusnutebille kan tilføres rotsonen ved planting av jordbær og gi effektiv kontroll dersom jordtemperaturen er over 15 °C. Norske kuldetolerante isolater kan muligens være effektive ved lavere temperaturer.

Ingeborg Klingen, Karin Westrum, Idun Bratberg og Nina Trandem  
Bioforsk Plantehele  
ingeborg.klingen@bioforsk.no

Veksthusnutebilla, *Othiorhynchus sulcatus*, er den viktigste av 8 rotsnutebillearter som gjør skade på jordbær i Norge (Hesjedal 1982). I de senere årene har den blitt en mer plagsom skadegjører på grunn av manglende kjemiske midler. Det er derfor behov for biologiske kontrollorganismer til bekjempelse av denne skadegjøreren.

## Sopp som alternativ til kjemikalier, resultater fra utlandet

Det finnes formulerte produkter av den insektpatogene soppen *Metarhizium anisopliae* registreret mot *Othiorhynchus* arter i flere land men ingen av disse er tilgjengelige på det norske markedet. Alle utviklingsstadiene til rotsnutebiller kan bli drept av insektpatogene sopp, men en har oppnådd best kontroll ved å rette bekjempelsen mot larvestadiet (Moorhouse et al. 1992). Flere studier har vist at soppartene *M. anisopliae* og *Beauveria bassiana* har et godt potensiale mot ulike *Othiorhynchus* arter (Cross et al. 2001) og utenlandske forsøk har vist god kontroll i jordbær ved bruk av *Metarhizium* når de klimatiske forholdene ligger til rette for det (Oakley 1994). For de sopp-isolatene som ble undersøkt krevdes det imidlertid temperaturer over 15 °C for å få god kontroll. Lave temperaturer er derfor en begrensende faktor for bruk av disse soppene (Gillespie et al. 1989, Soares et al. 1983). Soppisolater med et lavt temperatur optimum vil derfor passe bedre i felt i Nord-Europa hvor jordtemperaturen er 10-12 °C på den tiden av året det er mest aktuelt å bekjempe larvene (tidlig vår og høst).

## Norske soppisolater til bekjempelse av veksthusnutebilla

Norske isolater av *M. anisopliae* og *B. bassiana* har vist lovende resultater mot veksthusnutebillelarve

(*O. sulcatus*) ved lave temperaturer i laboratorieforsøk (Hjeljord & Klingen 2005). Laboratoriestudier har også vist at ett av de norske *M. anisopliae* isolatene konkurrerer godt med andre sopparter i jord (Hjeljord & Meadow 2005). I tillegg til å være kuldetolerant og konkurransedyktig med andre mikrober i jord er det viktig at nyttesoppen er det som kalles rhizosfærekompetent. Det vil si at den må være i stand til å etablere seg og oppformere seg i sonen rett rundt røttene (Baker 1991).

I et semi-felt forsøk på Ås hvor vi tilførte soppen til jorden ved planting av små jordbærplanter ønsket vi derfor å undersøke overlevelsen og rhizosfærekompetansen til to kuldetolerante norske soppisolater (*M. anisopliae* isolate NCRI 250/02 og *B. bassiana* NCRI 12/96) over en periode på 2 ½ år. Disse norske nyttesoppene ble sammenliknet med det kommersielt tilgjengelige *M. anisopliae* isolatet Ma43 som har sin opprinnelse fra Østerrike (Eilenberg 2008). Prøver ble tatt av jord i sonen rett rundt røttene (rhizosfæren) og fra jord litt lenger fra røttene (bulk) for å se på overlevelse av soppen der hvor skadegjøreren (veksthusnutebillelarvene) finnes. Dette ble gjort ved å fortynne og plate ut jordprøvene på et selektivt medie og deretter telle de koloniformende enhetene (Colony Forming Units (CFU) av soppen.

Konsentrasjonen av sopp i jord fra rhizosfæren var høyere enn i jord fra bulk for alle de tre isolatene som ble undersøkt. Det norske *M. anisopliae* isolatet NCRI 250/02 trivdes imidlertid bedre enn det østerrikske *M. anisopliae* isolatet Ma43. Den høyeste konsentrasjonen av *M. anisopliae* NCRI 250/02 ble funnet i rhizosfæren 1 år etter applisering og lå på  $2.41 \times 10^9$  CFU per liter jord mens den høyeste konsentrasjonen av det østerrikske *M. anisopliae* isolatet Ma43 lå på

2.92x10<sup>8</sup> CFU per liter jord i rhizosfæren 1 år etter applisering. Konsentrasjonen til de to *M. anisopliae* isolatene var, etter 2 ½ år, imidlertid lavere enn den konsentrasjonen som ble tilført ved forsøksstart (1x10<sup>9</sup> CFU per liter jord). Etter 2 ½ år fant vi konsentrasjoner på henholdsvis 7.8x10<sup>7</sup> CFU per liter jord for det norske *M. anisopliae* isolatet NCRI 250/02 og 1.9x10<sup>7</sup> CFU per liter jord for det østerrikske *M. anisopliae* isolatet Ma43 i rhizosfæren. Den høyeste *B. bassiana* NCRI 12/96 konsentrasjonen ble også funnet i rhizosfæren og lå på 1.87x10<sup>9</sup> CFU per liter jord 3 måneder etter applisering. Det norske *B. bassiana* NCRI 12/96 ble ikke funnet 2 ½ år etter applisering.

## Referanser

- Cross, J.V., Easterbrook, M.A., Crook, A.M., Crook, D., Fitzgerald, J.D., Innocenzi, P.J., Jay, C.N. & Solomon, M.G. 2001. Review: Natural enemies and biocontrol of pests of strawberry in northern and central Europe. *Biocontrol Science and Technology* 11:165-216.
- Baker, R. 1991. Induction of rhizosphere competence in the biological control fungus *Trichoderma*. In: Keister, D. L. & Cregan, P. B. (Eds.). *The Rhizosphere and Plant Growth*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London, s221-228.
- Eilenberg, J. 2008. The fascinating true story about the famous *Metarhizium anisopliae* isolate Ma43, alias ATCC 90448, alias BIPESCO 5, alias F52 alias...41<sup>st</sup> Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology. p31.
- Gillespie, A.T., Moorhouse, E.R. & Sellers, E.K. 1989. *Metarhizium anisopliae*: a promising biological control agent for the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*. *Aspects of Applied Biology* 22:389-393.
- Hesjedal, K. 1982. The weevil species in strawberry fields and their natural host plants. *Forskning og forsøk i landbruket* 33:1-11.
- Hjeljord, L. & Klingen, I. 2005. Growth characteristics and virulence of insect pathogenic fungi at low temperatures. 38th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology. p30.
- Hjeljord, L. & Meadow, R. 2005. Virulence and sporulation of *Metarhizium anisopliae* in the presence of *Trichoderma* conidia on agar substrates and in soil bioassays on larvae of the black vine weevil. 38th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology. 7-11 August 2005. USA, Alaska, Anchorage. p62.
- Moorehouse, E.R., Charneley, A.K. & Gillespie, A.T. 1992. A review of the biology and control of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of Applied Biology* 121:431-454.
- Oakley, J. 1994. Alternative methods to control vine weevil in strawberries. HDC Project News 28, 12. Horticultural Development Council, Petersfield.
- Soares, G.G. Jr, Marchal, M. & Ferron, P. 1983. Susceptibility of *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) larvae to *Metarhizium anisopliae* and *Metarhizium flavoviride* (Deuteromycotina, Hyphomycetes) at two different temperatures. *Environmental Entomology* 12:1886-1890.

# Sorter og gjødsling til økologisk jordbær i tunnel og på friland

I et større økologisk dyrkingssystemforsøk 2007-2009 prøvde vi 7 jordbærsorter med og uten gjødsling både i tunnel og på friland. 'Korona', 'Polka' og 'Florence' var best med over 4 tonn salgsvling/daa i sum for 2 år både på friland og tunnel. I 2. bærår var det stor meravling av gjødsling på friland i alle sorter og i 'Polka' i tunnel. Fullstendig rapport er utarbeidet og tilgjengelig.

Jan Karstein Henriksen  
Norsk Landbruksrådgiving Agder  
jkh@lr.no

## Organisering, materiale og metoder

I 2007 startet vi opp et økologisk jordbærprosjekt på Sørlandet med finansiering fra Innovasjon Norge. Målet er å få til lønnsom kvalitetsdyrking av økologiske jordbær og finne mest aktuelle dyrkingkombinasjoner. Prosjektet har fra 2009 i tillegg fått sentral finansiering via SLF og lokale midler fra FMLA Vest-Agder og vi skal videreføre arbeidet med nytt bæromløp 2010- 2012 i samarbeid med Bioforsk økologisk.

7 vårbære sorter ble plantet på svart plast i et økologisk jordbærfelt hos Alf Torbjørn Norum i Lindesnes 6/6-07. Planterystem var 3750 planter/daa med sikkisakk dobbeltrad, 20 cm mellom planterekkene på platen og plastrekkeavstand 150 cm. 2 ledd ble plantet med Honeoye hvorav vi tidlig vår 2008 fjernet platen på det ene slik at for den sorten fikk vi både plast og mattekultur. Hele feltet fikk 8 kg Total-N/daa i 2,5 tonn storfe gjødsel + 3 tonn Røynebergsand/daa før planting. I bærårene 2008-2009 ble alle sortsledd prøvd faktorielt med og uten organisk gjødsling i 2 gjentak samt på friland og under åpen plasttunnel. I planteåret var alt på friland - platen på tunnelene var på 1/5 - 20/10 i 2008 og 1/5 - 25/8 i 2009. Utenom dette fikk feltet lik behandling gjennom omløpet: Luking i plantehull, klipping mellom radene, fjerning av gammelt bladverk om våren, vinterdekking med 1 lag 18g fiberduk, vanning med dryppvanning under platen og "frostvanningsspredere ovenfra mot nattefrost og mot meldogg på varme tørre dager, nematoden *H.megidis* i Nemasys G 2X hver vår i bærårene 2008 og 2009, rovmidd A.*cucumeris* 3X hvert bærår mot jordbærmidd, rovmidd *P.perimilis* 2X i 1. bærår mot spinnmidd og Ferramol Snegleåte mot

snegler etter behov. Det ble ikke satt inn spesielle tiltak mot andre skadedyr eller sopp.

Gjødslingen på gjødselledd var lik både på friland og i tunnel. Etter planting i planteåret ble det bladgjødslet med bor 1/10, ellers ingen næring. I bærårene fikk gjødslingsledd all gjødsel tilført ovenfra på platen. Vår + høst i bærårene ble det brukt pelletert tørket hønsegjødsel - våren 08 ble Binadan (5-2-4) brukt, resten av omløpet ble det brukt Marihønegjødsel (3,4-1-2). I blomstring ble det gitt Vadheim Groplex flytende (2-0-5). I 2008 og 2009 ble det gitt henholdsvis 12 og 6,5 kg Total-N/daa som sum års gjødsling. 22/9-08 ble det bladgjødslet med bor+sink. Alle behandlingene var DEBIO-godkjent.

Mange notater, registreringer og bladprøver er tatt. I bærårene var det fulle høsteregistreringer 3X/uke. I hver høsting ble det registrert bærstørrelse, salgsvling > 25mm, råtne og frasorterte og hvert av årene ble kjørt lagringstest på bærene. I tillegg ble det foretatt arbeidstidsregistreringer. Forsøksregistreringene ble avsluttet etter 2. bærår 2009. Det er beregnet lønnsomhet samt statistikk på resultater og analyser. Statistikkanalysene viser variasjonskoeffisienter på < 15 % for de viktigste sammenhenger.

## Resultater og konklusjoner

Første bærår hadde svært lite nedbør i blomstringa og gav meget gode avlinger av god kvalitet både på friland og i tunnel. Sortene Honeoye, Frida og Iris hadde enten for dårlig avling, for små bær, for lite andel salgsvling eller en del dårlige egenskaper som gjør dem lite aktuelle i økologisk jordbærdyrking og registreringene på disse ble derfor stoppet etter 1.

Tabell 1. Landbruksrådgiving Agder/ Alf Torbjørn Norum. Hovedeffekter av ulike gjødsling og dekkemetoder for ulike sorter i dyrkingssystemfelt i økologisk jordbær - vårbære sorter 2007-2009

Dekkesystem	Friland	Friland	Værvern	Værvern	Friland	Værvern	Gj.snitt	Gj.snitt
Gjødsling	Ugjødslet	Gjødslet	Ugjødslet	Gjødslet	Gj.snitt	Gj.snitt	Ugjødslet	Gjødslet
<b>08+09Tot. salgsavling kg/daa</b>								
Polka	3971	5408	4252	5012	4690	4632	4111	5211
Korona	3569	4022	3959	3336	3795	3648	3764	3678
Florence	3671	4170	4159	3713	3920	3936	3914	3941
Gudleif	3274	4442	4273	4443	3858	4358	3774	4442
<b>2009 % salgsavling av totalt</b>								
Polka	58	73	64	61	65	63	61	67
Korona	81	77	77	67	79	72	79	72
Florence	73	72	74	64	73	69	73	68
Gudleif	78	78	77	68	78	72	78	73
<b>2009 % råte av totalt</b>								
Polka	4	9	14	27	7	21	9	18
Korona	1	7	7	18	4	13	4	13
Florence	8	14	11	24	11	18	10	19
Gudleif	2	5	7	20	4	13	4	13
<b>2009 Bærstørrelse i gram</b>								
Polka	9,1	11,8	9,9	11,8	10,4	10,8	9,5	11,8
Korona	13,3	14,1	12,7	14,4	13,7	13,6	13,0	14,3
Florence	11,8	13,0	12,2	13,6	12,4	12,9	12,0	13,3
Gudleif	10,8	12,6	12,6	13,5	11,7	13,0	11,7	13,0

\* Lagringstest: 20 bær av salgskvalitet fra hver rute ble satt enkeltvis i egg Brett på kjøp på 4 grader. Bærkvalitet ble vurdert etter kjøling i 2 døgn og 4 døgn i følge skala 1-9, der 9 er best og 5 er laveste grense akseptabel salgsvare

bærår. 'Polka' og 'Florence' utmerket seg særlig positivt i 1. bærår med salgsavling på henholdsvis 2500 og 1600 kg/daa, fin bærstørrelse og god bærkvalitet. 'Gudleif' og 'Korona' var middels. Det var tendens til positivt avlingsutslag for gjødsling og tunnel. Andre bærår var en mer normal sesong. Også i 2. bærår ble salgsavlingene meget gode med over 2000 kg salgsavling/daa. 'Korona' gav svært god tidlig- og total salgsavling med middels bærstørrelse, men også 'Polka' og 'Florence' gav meget bra resultater. Alle 4 sorter gav store positive avlingsutslag for gjødsling på friland, men bare 'Polka' gav økt avling av gjødsling i tunnel. 'Polka' uten gjødsling på friland gav svært små bær og lav % salgsavling. Tunnel gav ikke bedre resultat enn friland i 2. bærår.

Som sum for 2 bærår gav både 'Polka', 'Korona' og 'Florence' over 4 tonn total salgsavling/daa med de beste kombinasjoner. Best var gjødslet 'Polka' både på friland og i tunnel med totalt ca 5 tonn salgsavling/daa - jfr resultater i tabell 1. 'Korona' og 'Florence' var like bra enten det var gjødslet friland eller ugjødslet tunnel. 'Korona' hadde en god del bladsykdommer, men sorten fikk likevel lite meldogg på bærene. Det var relativt lite råte og frasorterte og kvaliteten var god. I lagringstesten hadde både 'Korona', 'Polka' og 'Florence' alle akseptabel lag-

ringsevne i 2 døgn - best var 'Florence' som i begge år var salgsvare også etter 4 døgn kjøling. Smaksmessig kom som vanlig 'Korona' best ut, så 'Polka' og 'Florence'. 'Gudleif' hadde mange bra egenskaper - den gav god avling av fine litt faste bær, men den hadde for dårlig smak og lagringsevne og bør nok ikke satses på videre.

Tunnel har som totalvurdering ikke gitt større salgsavling og gav ikke mindre råte enn på friland. og derfor tunnel har derfor heller ikke gitt bedre lønnsomhet i dette feltet. Grunnen til dette har nok vært at gjødslinga ble litt for mye for de gjødslede plantene i tunnelen samt at overvanning med frost/meldoggsprekere har gitt for mye vann ovenfra. Det er nok avgjørende å bruke mikrosprekere i korte tidsintervall for å sikre at ikke plantene i tunnel får fritt vann på blomster og blad. Gjødsling i bærårene har derimot gitt meget god lønnsomhet med store meravlinger, større og grønnere planter, bedre næringsinnhold og større bær, men mere råte.

Produksjonskostnadene ved 1600 kg/daa/bærår var ca 42 kr/kg inkl. eget arbeid til 200 kr/time. Dette er 25-30 % høyere enn produksjonskostnadene for konvensjonelle jordbær med tilsvarende avling.

# Økologiske bringebær i polytunnel- effekt av gjødsling og klima

Utvalget i gjødsel for økologisk produksjon er lite i Norge, men ved å utnytte de mulighetene som er kan man oppnå gode bringebæravlinger. Det er også mulig å dyrke bringebær under et stort klimaspenn dersom man dyrker i polyethylentunnel (polytunnel).

Rolf Nestby<sup>1</sup> og Aksel Døving<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar , <sup>2</sup>Bioforsk Økologisk, Tingvoll.  
rolf.nestby@bioforsk.no

## Innledning

I integrert bringebær dyrking i dag brukes generelt gjødsel blandet i dryppvannet. Det gir muligheter for å avpasse næringsløsningen til plantens utviklingsstadium og jordens næringsinnhold. Begrensningen for optimal bruk av gjødsel skyldes nok mer manglende kunnskap eller overføring av kunnskap til gårdbruker, enn på muligheten til å variere tilførsel av næring. Imidlertid er problemet større i økologisk bringebærproduksjon siden det finnes lite gjødsel som kan tilføres i dryppvatn. OASE™ er en slik gjødsel som finnes i flere typer med ulike kombinasjoner av N, P og K. Det er gjort forsøk med storfeurin i jordbær med positiv effekt (Nestby 2003). Ellers finnes det en rekke norske fastgjødsel som er basert på hønsegjødsel, beinmel og organisk materiale fra landbruk og marin aktivitet. Mange av disse er tillatt i økologisk produksjon opp til 8 kg N daa<sup>-1</sup>. Praksis har vist at dyrking av bringebær i tunnel har gitt merkbar avlingsøkning i forhold til friland. Betydningen er størst

i ugunstige klimasoner, men også i områder med gode dyrkingsforhold har tunneldyrking gitt avlingsøkning. Tunneldyrking gir i tillegg en lengre sesong med mer stabile leveranser av kvalitetsbær.

## Resultat fra gjødslingsforsøk i bringebær i polytunnel

Det ble gjort gjødslingsforsøk i tre felt (Innvik i Stryn, Saltermark i Brønnøysund, Alvestad i Harstad) i 2009. Det er brukt fastgjødsel [Agromarin™ (Agromarin AS), Marihøne Pluss (Norsk Naturgjødsel AS)] og flytende gjødsel [Oase™ 8-2-10 (Nordisk Miljøteknologi AS)]. Bare Oase™ er et godkjent middel for økologisk gjødsling, mens fastgjødseltypene er godkjent for bruk i økologisk dyrking inntil 8 kg N daa<sup>-1</sup>. Største tilførsel av fastgjødsel i denne undersøkelsen er 15 kg N per tusen meter rad. Det tilsvarer 5,33 kg N per daa<sup>-1</sup> ved 3,5 m radavstand. Det er da forutsatt at det ikke gjødsles mellom radene.

Tabell 1. Effekt på totalavling i kg bringebær per meter rad av to typer fastgjødsel kombinert med flytende gjødsel (Oase™) på tre steder, for 'Glen Ample' i 2009

Fastgjødsel	Kg N (1000 m rad) <sup>-1</sup>	Mengde Oase™ (1000 m rad) <sup>-1</sup> (O) og Sted					
		6 kg N		4 kg N			
		Innvik (62°N)		Saltermark (65°N)		Alvestad (68°N)	
		Uten O	Med O	Uten O	Med O	Uten O	Med O
Agromarin	9	6,2	5,2	7,3	4,9	2,8	4,1
	13 (15)	6,5	5,5	6,3	6,6	3,5	4,0
Marihøne pluss	9	5,7	6,1	5,8	7,8	3,9	4,3
	13 (15)	6,1	5,6	5,8	6,8	4,0	4,5
Middel		6,1	5,6	6,5	6,5	3,6	4,2
Middelfeil		0,3 <sup>ns</sup>		0,31 <sup>ns</sup>		0,1*	

I Innvik og på Saltermark hadde gjødsling ingen effekt på totalavling. Dette virker rimelig i innvik hvor det var små forskjeller i avlingstall mellom de ulike gjødselmengdene. På Saltermark derimot er det store forskjeller i avlingstallene. At dette ikke har slått ut i statistisk sikre forskjeller i avling skyldes at vekstvariasjonen i feltet er svært stor, sterke symptomer på manganmangel pga høy pH i jord (7,8) og andre edafiske forhold. For å redusere pH ble det brukt salpetersyre i vatningsvannet. Det var samspill mellom fastgjødsel og dryppgjødsel. Dette skyldtes nok hovedsakelig at Agromarin™ i minste mengde ga lav avling i kombinasjon med OASE™. I kontrast til de to sørligste feltene var det på Alvestad virkning av mengde fastgjødsel, og Agromarin™ ga lavere avling enn Marihøne pluss, og det var positiv effekt av Oase™. Disse positive utslagene på Alvestad skyldes sannsynligvis mer K-effekt enn N-effekt. Årsaken er at jorden på Alvestad har et relativt lavt K-innhold, og det er observert typiske symptom på K-mangel i feltet. Dette forklarer hvorfor Marihøne pluss og Oase™ har gitt godt resultat siden de har høyere innhold av kalium (henholdsvis 7 % og 10 %) enn Agromarin™ (1,7 %). Det er nok også dette forholdet som har slått ut i et samspill mellom fastgjødsel og dryppgjødsel på Alvestad.

### Klima

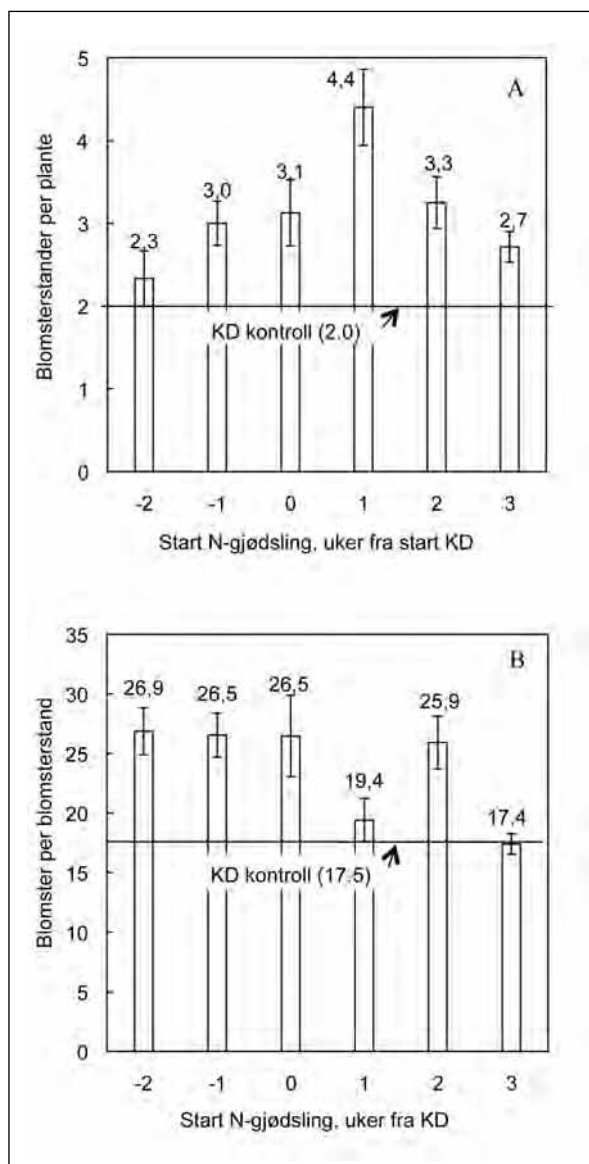
Dyrking av økologiske bringebær i tunnel har gitt gode avlinger også i ugunstige klimasoner. I prosjektet er det gjort en rekke klimaregistreringer. Dersom tunnelene er åpne i endene og på siden er temperaturforskjellen mellom tunnel og friland 1-2 °C i gjennomsnitt, i klarvær og sol er den høyere. I gråvær og

om natten er det svært liten forskjell mellom ute og inne. Økningen i maksimumstemperatur har i gjennomsnitt vært litt over 2 °C i tunnel, altså noe mer enn for middeltemperaturen. Selv en liten temperaturheving i tunnel kan være avgjørende for vekst og utvikling i klima som er mindre gunstig for bringebær. Men også i Sør-Norge har tunneldyrking gitt økt avling i forhold til friland. Ved sol og varme kan helt tette tunneler gi skadelig høye temperaturer, men i disse registreringene har det ikke vært ekstremt høye temperaturer, trolig fordi det har vært god lufting i varmeperiodene. Lysmengden (PAR) på friland har vært den samme i nord og sør, men lystapet i tunnel har vært noe større i nord. Dette kan skyldes ulik plastkvalitet eller at lyset i nord har en annen bølgelengde fordi sola står lavere over horisonten. Lysmengden i tunnel har vært 60-70 % i forhold til det som ble målt på friland, det er altså et merkbart lystap, dette vil avhenge av alder og kvalitet på plasten. Viktigste forskjellen mellom klima i tunnel og på friland er kanskje at man unngår nedbør i tunnel. Relativ fuktighet har vært om lag den samme inne og ute. Det noe varmere og tørrere klimaet i tunnel ser ut til å gi redusert angrep av sopp, men økt angrep av både bringebærbladmidd og veksthusspinnmidd. Et samspill mellom små bedringer i flere klimafaktorer har gitt økt avling og mer stabil kvalitet ved dyrking av økologisk bringebær i tunnel, men midten kan være vanskelig å takle.

### Referanser

Nestby, R., 2003. Dryppvanning med storfeurin under regntak i jordbær. Grønn kunnskap 7:376-387.





Figur 1. Virkningen av tid for N-gjødsling i relasjon til start av KD på antall blomsterstander per plante og antall blomster per blomsterstand. Den horisontale linjen viser verdien for de ugjødsle kontrollplantene i kort dag. Kontrollplanter i kontinuerlig LD blomstret ikke. Middelverdier med standardavvik for tre gjentak.

gjødslingsstart. Plantene som sto hele perioden i LD (LD-kontroll) forble vegetative gjennom hele forsøket, men blomstringen i KD-plantene ble tydelig påvirket av tidspunktet for N-tilførsel. Gjødslingstidspunktet hadde stor innvirkning på tid for blomstring; sterk N-gjødsling 2 uker før KD-perioden forsinket blomstringen med 7 dager i forhold til kontrollen, og 15 dager i forhold til plantene som ble gjødslet seint i KD-perioden. Høg N-status ved inngangen til KD-perioden ga derimot ingen eller liten effekt på blomstringsmengde og antall blomsterstander (Fig.

1A), mens antall blomster og antall blomsterstander var signifikant forskjellig fra KD-kontrollen når gjødslingen ble startet seinere. Optimalt gjødslingstidspunkt var 1 uke inn i KD, da N-tilførselen resulterte i en dobling av antall blomsterstander og totalt antall blomster. Antall blomster per blomsterstand økte generelt med N-gjødsling, med unntak av når gjødslingen ble startet 1 eller 3 uker inn i KD-behandlingen (Fig. 1B). Dette er særlig interessant i 'Korona', som ofte danner veldig mange blomster per blomsterstand og dermed får mange men små bær.

## Konklusjon

Tilførsel av lik mengde N til ulik tid i forhold til blomsterinitiering og -differensiering viste at gjødslingstidspunkt har stor betydning for hvilken effekt næringstilførselen gir. Tilførsel 1 uke inn i KD-perioden var optimalt, da det resulterte i mange blomster fordelt på mange blomsterstander og dermed få blomster per blomsterstand. N-tilførselen i forsøksperioden påvirket ikke antall sidekroner, og resultatene tyder derfor på at N har en direkte effekt på blomsterinitiering.

Arbeidet er en del av prosjektet "Presisjonsgjødsling til jordbær og bringebær i forskjellige klima- og dyrkingsområder" som finansieres av Norges Forskningsråd, Forskningsmidler over Jordbruksavtalen og Yara.

## Referanser

- Guttridge, C.G. 1985. Handbook of flowering (A.H. Halevy, red.), Vol. III:16-33. CRC Press, Boca Raton, Florida. ISBN 0-8493-3911-1. Heide, O.M. 2000. Jordbærplantas bygning og fysiologiske reaksjoner på klima og kulturtiltak. Norsk Fukt og Bær, 3(4):14-19.
- Lieten, P. 2002. The effect of nutrition prior to and during flower differentiation on phyllody and plant performance of short day strawberry Elsanta. Acta Hort. 567:345-348.
- Opstad, N., Nes, A. & Måge, F. 2007. Preplant fertilization and fertigation in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) in an open field experiment. Europ. J. Hort. Sci., 72:206-213.
- Sønsteby, A. & Heide, O.M. 2008. Temperature responses, flowering and fruit yield of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. Sci. Hort. 119:49-54.
- Sønsteby, A., Opstad, N., Myrheim, U. & Heide, O.M. 2009. Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of 'Korona' strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Sci. Hort. 123:204-209.



# Søte, ferske og gode - Hagebær vår neste ferskvaressuksess

Interessa for ferske bær er stor og stadig aukande. Fleire nye sortar med god smak har kome til i sortimentet. Folk er opptekne av helse og er difor interesserte i sunn og god mat. Utvalet av frukt, bær og grønt er større enn tidlegare, og god kvalitet og moderne emballasje presenterer varene på ein delikat måte. For mange betyr prisen mindre.

Arnfinn Nes<sup>1</sup>, Sigrid Mogan<sup>2</sup>, Stanislav Strbac<sup>3</sup> og Morten Utengen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Øst Apelsvoll, <sup>2</sup>Frukt- og Bærrådgivningen Øst, <sup>3</sup>Norsk Landbruksrådgivning Østafjells, <sup>4</sup>Bærgården arnfinn.nes@bioforsk.no

## Innleiing

I eldre tider var ferske frukter og bær viktige i eit sunt kosthald. Mange kjende til at frukt, bær og grønt inneheld viktige næringsemne og vitaminer som kroppen treng. Krava til kvalitet var relativt små, men prisen var viktig. Bær har for det meste svært avgrensa lagringstid som ferske. Det er berre snakk om få dagar for dei fleste artene. For å kunna nytta bær i ein lengre periode, vart dei difor konserverte på ulike måtar. Det mest vanlege har vore å laga saft og syltetøy. Her i landet har vi likevel tradisjon for høgt forbruk av ferske bær, og det er stor merksemd i media når dei første norske bæra kjem på marknaden.

## Bruk av ulike arter

Sjølv om det i dag finst meir kunnskap om kvifor m.a. ferske bær er sunne, nyttar dei fleste ferske bær fordi dei er gode. Det er såleis viktig å ta vare på den gode smaken når nye sortar skal utviklast. Det er såleis eit viktig foredlingsmål i dei norske programma for foredling og sortsutvikling.

Forventningane til at norske jordbær kjem på marknaden er alltid stor, og vi nordmenn er store forbrukarar av ferske jordbær samanlikna med folk i andre land. Vi nyttar jordbær på andre måtar enn for det meste elles i verda. Medan vi ofte et jordbær og bringebær frå djupe tallerkar - både som dessert etter ein middag og som eigne måltid, vert bær i fleire andre land nytta meir som konfekt.

Vi har lenge hatt stort forbruk av ferske jordbær, og no har interessa for ferske bringebær også auka sterkt. Det skuldast først og fremst at vi har fått nye sortar med faste bær og betre smak. Det har gjort at den norske marknaden har auka frå ein omsetnad på berre eit par tonn for 6 - 8 år sidan til 500 - 600 tonn siste året.

Av Ribes-artene (solbær, rips og stikkelsbær) er det først og fremst solbær som betyr noko i økonomisk samanheng. Dyrking av dei andre artene har gått sterkt attende og har til nyleg hatt liten verdi. Men også for desse har det vorte betydeleg auka interesse

Tabell 1. Innhald av L-ascorbinsyre (Vit. C mg/100 g bær) og antioksidantar (FRAP - mmol.100 g.) hjå bærarter

Bærarter	L-ascorbinsyre	FRAP
Nype	547	39,46
Solbær	163	7,35
Jordbær	55	2,17
Rips	54	1,78
Stikkelsbær	44	1,45
Bringebær	18	3,06
Hageblåbær	5	3,64

i marknaden dei siste åra. Det har gjort at når nye sortar vert prøvde, vert det gjennomført smaksanalyser også av solbær på same måte som for jordbær og bringebær. Og det er store skilnader i kvaliteten mellom dei ulike sortane som ferskvare. Ribes-artene har høgt syreinnhald, og den viktigaste kvalitetsegenskapen når solbær som ferskvare vert vurdert er søtsmak. Det vi opplever som søtsmak, er høvet mellom innhald av sukker og syre. Men for å vera ein god sort for ferskvaremarknaden, må også bær- og klasestorleik vera akseptable. I tillegg til at sortar med store klasar er raske å hausta, presenterer dei seg også betre.

### Sortar for ferskvaremarknaden

I arbeidet med sortsprøvinga, har det for jordbær og bringebær lenge vore standard å gjennomføra vurdering av smak og eigenskapar som storleik, farge, form m.m. for å finna ut om sortane kan høva best som ferskvare eller for industri. Det har gjennom åra vore prøvd fleire måtar å gjera dette på, men det har berre i liten grad vore nytta formelle smakspanel. I tillegg til å vurdera ulike eigenskapar hjå nye sortar i sortsforsøk, må sortane prøvast i større målestokk både i dyrking og i marknaden. Det er til slutt forbrukarane som kjøper bæra som avgjer og dømmer sortane. Deltakarane tidlegare i verdikjeda må i svært stor grad retta seg etter kva forbrukarane tykkjer.

### Bær - gode og sunne

Viktigaste grunnen til auka forbruk av bær er truleg ei generell auka interesse for matvarer som smakar godt og som er ferske og sunne. Ferske jordbær har lenge hatt ei særleg stilling hjå forbrukarane. Dei siste åra har fleire arter kome til. Det er eit resultat av at det har vorte skriva fine hefte og bøker om bær, og ikkje minst vekepressa har gjort eit verdfullt arbeid for å spreia denne kunnskapen. Nye måtar å foredla og utnytta ferske bær på har vorte utvikla og presenterte. Interesse for og kunnskapen om kvaliteten på maten, er stor, og det er ei viktig årsak til auka bruk av ferske bær. Tabell 1 syner innhaldet av viktige kvalitetsfaktorar hjå bærarter som er dyrka hjå oss. I tillegg til at det er store skilnader mellom artene som tabell 1 syner, er det også skilnader mellom sortane. Hjå solbær er dette undersøkt, og innhaldet av L-ascorbinsyre varierer frå over 200 mg/100 g bær til under 100. Fleire av dei nye og beste sortane har høgst innhald.

### Emballasje for god presentasjon

Det er stor konkurranse om merksemda på ferskvaremarknaden, og det er krevande å verta lagt merke til. Både ytre kvalitet og måten varene vert presenterte på er viktige for å verta lagt merke til og for at kundane skal velja denne vara. God emballasje er såleis svært viktig - og her vert det stilt mange krav. I tillegg til å vera god innpakking, skal varene også presentera seg godt. Det er først når kundane har valt den indre kvaliteten er viktig.

# Endringer i innholdsstoff i solbær ved ulik høstetid

Riktig høstetidspunkt for solbær til industri og ferskkonsum er per i dag ikke definert.

I praksis bestemmes høstetidspunktet på grunnlag av observasjoner i felt, basert på farge, skrump eller bærfall. Hvordan den indre kvaliteten er relatert til ytre kvalitet under høstingen, er mer uviss. I dette forsøket ble det fokusert på indre kvalitet i tre ulike solbær-sorter høstet ved ulik modning gjennom sesongen 2008.

Siv Fagertun Remberg

Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap

siv.remberg@umb.no

Solbær har vært dyrket i privathager og brukt i industrien i lengre tid. Solbær er mye brukt i industrien som bl.a. råvare til saft, sirup og syltetøy. Den er mindre brukt til friskkonsum, men interessen for dette er økende. Arten er kjent for et høyt innhold av vitamin C, og er i mange tilfeller brukt for å dekke dette behovet. Innhold av antioksidanter er også høyt, inklusiv anthocyaniner, som bidrar til farge i bærene. Antioksidanter har i ulike studier vist en positiv effekt i forhold til utvikling av ulike typer livsstilssykdommer, og helsegevinsten av et kosthold med mye frukt og grønt er relatert til innholdet av disse.

I solbær er farge en egenskap som sammen med skrump og bærfall i praksis avgjør tidspunktet for høsting av bærene. Siden det meste av solbæra blir høstet mekanisk, er det viktig at bæra er så modne at de faller lett av når man høster. Men farge alene er et vanskelig mål på når man skal høste solbær, siden det er vanskelig visuelt å skille den ene mørke fargenyan-sen fra den andre. Det er viktig å vente med innhøsting til alle bærene på busken har skiftet farge, men siden bærene på en busk modner til ulik tid, vil det alltid være bær av ulik modningsgrad ved høsting.

Det er ikke bare det visuelle og det tekniske ved bærlosning som endres fra umodne til modne bær. Også innholdsstoffene i solbær endrer seg under modning. Generelt er det store variasjoner mellom sorter innenfor ulike arter, og for noen arter er variasjonen større enn for andre. I solbær er variasjonen generelt mindre sammenlignet med andre arter, men for enkelte kvalitetsegenskaper er variasjonen stor også i solbær (Remberg *et al.* 2007). Av innholdsstoffer har

tidligere undersøkelser vist store variasjoner av bl.a. vitamin C innhold (Heiberg *et al.* 1992, Remberg *et al.* 2007).

Kvalitet kan defineres på mange ulike måter, men til særskilte bruksområder, vil det være behov for også å definere indre kvalitet i solbær. Til nå har farge, tørrstoffinnhold, syre og vitamin C-innhold vært spesielt viktige indre kvalitetskomponenter i solbær, i tillegg til dyrkingstekniske kriterier og ytre kvalitet. Disse egenskapene er fortsatt viktige, men i tillegg blir det også fokusert på andre innholdsstoffer, som bl.a. polyfenoler. Dette er en stor gruppe med ulike stoffer med antioksidantvirkning, hvor fargestoffene anthocyaniner og fenoler hører til. På dette området har forskningen gått litt lengre enn til å måle farge som optisk tetthet - nå måler man også hvor mye pigment det er i bærene, og i tillegg se på hvilke enkeltstoffer som dominerer. På dette nivået kan det være store forskjeller mellom de ulike sortene innenfor en art, og dette kan være avgjørende for om sorten har en framtid eller ikke.

I dette forsøket ble tre ulike sorter av solbær (Ben Tron, Ben Alder og Ben Tirran) fulgt gjennom 2008-sesongen fra grønn kart til overmodne bær. Bærene ble høstet over en periode på syv uker med en høsting hver uke. Høstingen startet da den grønne karten skiftet farge fra grønt til rødt. På grunn av de utvalgte sortenes ulike modningstid, ble første høsting utført 25. juni i denne rekkefølgen med én ukes mellomrom mellom sortene: Ben Tron < Ben Alder < Ben Tirran. Den siste høstingen ble også utført med én ukes mellomrom i samme rekkefølge som for første

høsting. Etter hver høsting ble bærene frosset ned, og senere analysert for ulike kvalitetsegenskaper: totalt tørrstoff, oppløst tørrstoff, pH, titrerbar syre, L-askorbinsyre (vitamin C), farge (optisk tetthet, O.D.), antioksidant aktivitet (FRAP) og monomere anthocyaniner.

Analysene viser at refraktometerverdien ved første høsting lå på omtrent samme nivå for alle sortene, med et innhold på rundt 11 %. Utover høsteperioden økte sukkerinnholdet, Ben Alder hadde høyest innhold ved 6. høsting (19.95 %), mens Ben Tron hadde det laveste nivået ved siste høsting (17.93 %). I gjennomsnitt av alle høstingene hadde Ben Tron det laveste sukkerinnholdet, mens Ben Tirran og Ben Alder lå på samme nivå. Syreinnholdet varierte mellom sortene, der Ben Tron hadde minst og Ben Tirran mest. Det som er interessant, er innhold av C-vitamin. I umodne bær (mest grønne) er innholdet relativt høyt. Fram mot høsting sank nivået i alle sortene, og innhold av C-vitamin ble omtrent halvert fra første til siste høsting. I gjennomsnitt av alle høstingene var det Ben Tirran som inneholdt mest og Ben Tron minst C-vitamin. Farge i bærene ble målt med to metoder. Den ene metoden er basert på målinger med spektrofotometer ved to ulike bølgelengder, som ved en korrigering av brunfarge viser fargekvaliteten i bærsaften. Den andre metoden måler mengden av fargepigmen-

tene anthocyaniner i bærsaften. Disse to metodene korrelerte bra i dette forsøket. Fargekvaliteten økte gjennom høsteperioden, nådde et maksimumspunkt ved høsting 5, for så å synke litt igjen. Målinger av anthocyaniner viste samme tendens gjennom høsteperioden.

Konklusjon: den indre kvaliteten i solbær endrer seg på ulike måter gjennom modningsprosessen. Når en skal høste, og på hvilken måte, er avhengig av hva industrien og markedet ellers (friskkonsummarkedet) etterspør. Det kan være at en må finne nye metoder for å bestemme riktig høstetidspunkt, sammen med nye høstemetoder, for å få høyest mulig innhold av helseriktige innholdsstoffer i solbær på høstetidspunktet. I tillegg er det også viktig med riktig oppbevaring etter høsting.

### Referanser

- Heiberg, N., Måge, F. & Haffner, K. 1992. Chemical composition of ten blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science 42:251-254.
- Remberg, S.F., Måge, F., Haffner, K. & Blomhoff, R. 2007. Highbush blueberries *Vaccinium corymbosum* L., raspberries *Rubus idaeus* L. and black currants *Ribes nigrum* L. - influence of cultivar on antioxidant activity and other quality parameters. Acta Horticulturae 744:259-265.

# Klimaendring kan gi tidlegare jordbærseong

**Prognoser viser at temperaturane kan auke med 1,8-4,0 °C dei neste 100 åra. Dette kan gi 22 dagar tidlegare jordbærseong i 2100 samanlikna med 1970-2000. Det tilsvarar å flytte minst 4 breiddegrader mot sør.**

Aksel Døving

Bioforsk Økologisk, Tingvoll

aksel.doving@bioforsk.no

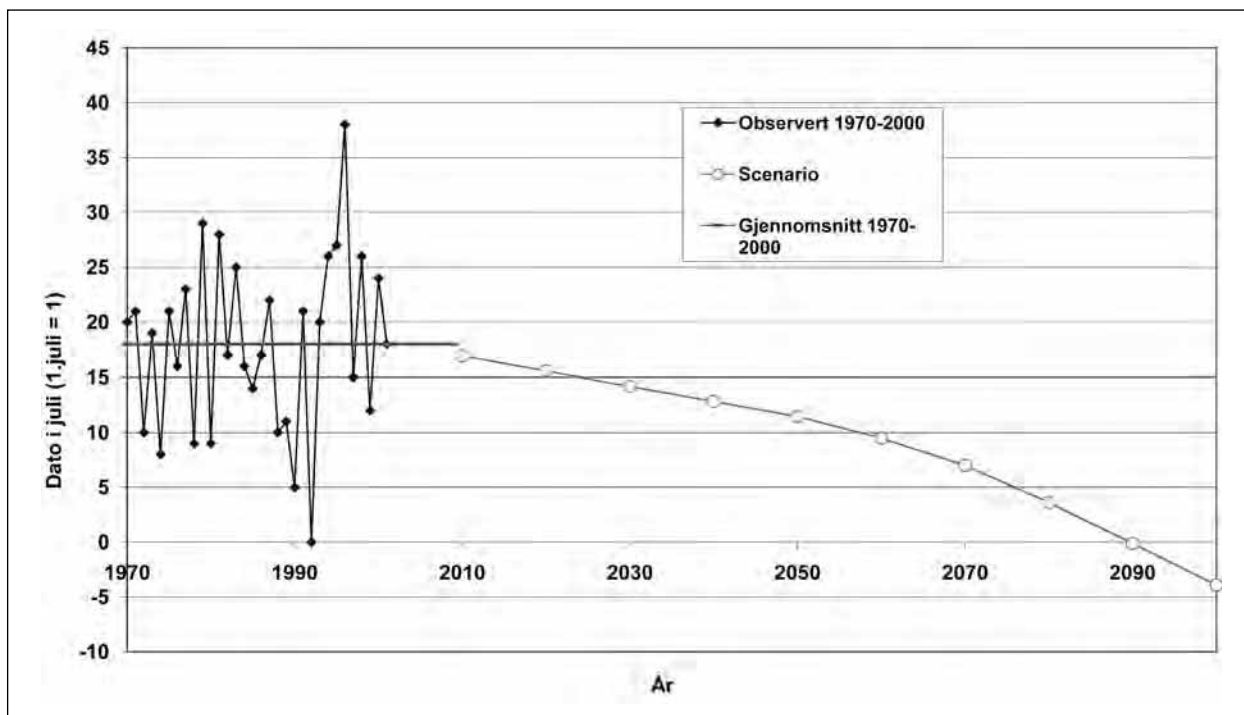
Auka konsentrasjon av CO<sub>2</sub>, metan og andre såkalla klimagassar endrar strålingsbalansen på jorda slik at temperaturen kan stige 1,8-4,0 °C dei neste 100 åra. Ved hjelp av nedskalering er det laga klimascenario for dei ulike område i Norge. I tidlegare studiar er det føreslått modellar som kan forklare og prognosere modningstida i jordbær (Ljones 1978, Døving og Måge 2001). Jordbærplanta er tilpassingsdyktig og kan trivast under svært ulike forhold. Her er det sett på korleis endra klima kan påverke modningstida i jordbær dei neste 100 år (Døving 2009).

Granskinga er bygt på innsamla data om avling og haustetid for 'Senga Sengana' ved Valldal Grønt AS (tidlegare Gartnerhallen Valldal) for perioden 1970-2000. Dette representerar klima og dyrkingstilhøve på indre fjordstrøk på Sunnmøre på om lag 62°N. Dette bærmottaket tek i mot jordbær frå mange, relativt små jordbær dyrkarar. Jordbærleveransane har auka frå om lag 140 til 800 tonn per år i perioden 1970-2000. Meteorologiske data er innhenta frå Meteorologisk Institutt (1970-2000) sin stasjon i Tafjord. Temperaturscenario for perioden 2010-2100 er innhenta frå RegClim og Meteorologisk Institutt, i utrekningane her er det brukt gjennomsnitt frå to modellar som viser ulik temperaturauke fram mot 2100. Excel og Minitab er brukt til den statistiske behandlinga. Det er utvikla regresjonsmodellar med omsyn på R<sup>2</sup>, SEE (standarfeil for estimatet) og F-test. Regresjonsprosedyra inkluderar p-verdi, t-verdi, standarfeil for koeffisientane og VIF (variance inflation factor) for variablane. Det er stor variasjon i veret i Norge og det kan vere opp til ein måned i forskjell i modningstid for jordbær mellom tidlege og seine år. Fordi variasjonen er så stor kan det heller ikkje påvisast signifikant endring i sesongstart i perioden 1970-2000. Desse åra har gjennomsnittleg start vore 18. juli når ein reknar start

som den datoen det vert oppnådd 5 % akkumulert avling. Tidlegaste start har vore 30. juni og seinaste 7. august. Lengda på haustesesongen har variert frå 17 til 38 dagar. Temperaturane om våren og sommeren er avgjerande for start og lengde på sesongen. Med temperaturane som grunnlag er det utvikla ein regresjonsmodell for å forklare dato for sesongstart: Start = 97.9 - 1.50marsT - 1.37maiT - 3.47juniT - 1.30juliT (R<sup>2</sup>=50.9) (T= månadsmiddeltemperatur) (Døving 2009). Start er definert som datoen når 5 % akkumulert avling er oppnådd, rekna som dag nummer frå 1. juli. Temperaturen i juni hadde sterkest innverknad på modningstida, 1 °C auke i juni middeltemperatur ga om lag 4 dagar tidlegare start, liknande resultat er funne tidlegare (Ljones 1978, Døving og Måge 2001).

Temperaturscenario viser ein auke i temperaturane dei neste hundre åra. Samanliknar ein perioden 2070-2100 med 1970-2000 er det spådd ein auke i månadsmiddeltemperatur på 2-4 °C på våren og forsommaren, avhengig av kva modell som vert lagt til grunn (RegClim 2002, 2005, Engen-Skaugen 2007). Det er rekna med at auken vil vere størst i mai med om lag 4 °C og minst i juni med om lag 2 °C auke. Regresjonsmodellen basert på historiske data viser at det er junitemperaturane som har mest å bety for modningstida. Med eit mildare klima vil heile prosessen forskyve seg framover i tid og maitemperaturen kan verte viktigare for modningstida, dvs at koeffisienten for mai i framtida burde vere større i høve til den for juni.

Regresjonsmodellen og temperaturscenaria er brukt til å estimere scenario for modningstida i jordbær i Valldal dei neste 100 åra (figur 1). Utrekningane viser at starten på jordbærseongen kan bli i gjennomsnitt



Figur 1. Startdato for jordbærsesongen i Valldal. Observerte data 1970-2000 og scenario for perioden 2010-2100.

6 dagar tidlegare i 2050 enn i perioden 1970-2000, og 22 dagar tidlegare i 2100 (Døving 2009). Det er lagt til grunn gjennomsnittet av to temperaturscenario og at det er sortar med liknande modningstid som 'Senga Sengana'. Forventa start på plukkesesongen i år 2100 er då 26. juni. Gjennomsnittleg start på sesongen på Sørlandet på 1990-talet var 30. juni (Døving og Måge 2001). Det betyr at effekten av temperaturløysinga dei neste hundre åra vil vere som å flytte minst 4 breiddegrader mot sør. Ut i frå dei to temperaturscenaria kan sesongstart kome så tidleg som 1. juni og så seint som 24. juli om hundre år. Her er det i hovudsak sett på trendane, det er også estimat som viser at klima kan variere meir i framtida. Det kan gi større variasjon både i startdato og i sesonglengde. Modellane brukt her viser at jordbærsesongen kan bli om lag 4 dagar kortare i gjennomsnitt om hundreår, men variasjonen vil då som no truleg vere stor. Også andre meteorologiske faktorar påverkar jordbærmodninga, som for eksempel maksimumstemperatur og global stråling, men desse er vanskelagere å prognosere og er uansett korrelert med middeltemperaturen.

## Referanser

- Døving, A. & Måge, F. 2001. Prediction of the Strawberry Season in Norway. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 51:28-35.
- Døving, A. 2009. Climate change and strawberry season in Norway. VI International Strawberry Symposium 2008, Huelva Spain. *Acta Hort.* 842:753-756.
- Engen-Skaugen, T. 2007. Refinement of dynamically downscaled precipitation and temperature scenarios. *Climatic Change* 84(3-4):365-382.
- Ljones, B. 1978. Klimaverknader på jordbærplanter dyrka på friland. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole.* 57(6):1-15.
- Meteorologisk Institutt. 1970-2000. Klimarapportar. <http://met.no/Klima/Klimastatistikk/Klimadata/RegClim>.
- RegClim. 2005. Norges klima om 100 år. Usikkerheter og risiko. Kort rapport. 12 pp. <http://regclim.met.no>

# Miljøvennlig næringsutvikling i norsk veksthusproduksjon

Norsk veksthusnæring ønsker, og bidrar finansielt sammen med NFR, å utvikle seg mot en mer miljøvennlig produksjon. Mulighetene undersøkes med større temperaturvariasjoner, bruk av nye dekkematerialer og lyskilder for å redusere energiforbruket og bedre kvaliteten. Dette sees i sammenheng med bruk av lys i bekjempelse av meldugg og kontroll av insekter i et internasjonalt miljø.

Hans Ragnar Gislerød<sup>1</sup>, Leiv M. Mortensen<sup>1</sup>, Sissel Torre<sup>1</sup>, Arne Stensvand<sup>2</sup> og Nina S. Johansen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>2</sup>Bioforsk Plantehelse

hans.gislerod@umb.no

## Hovedmål

Energieffektiv klimastyring for en konkurransedyktig og miljøvennlig næringsutvikling i norsk veksthusproduksjon.

## Delmål

1. Bedre utnyttelse av naturlige lys- og temperaturvariasjoner for å redusere energiforbruket i veksthus
2. Utnytte lyskvalitet for å regulere planteveksten og øke produktkvaliteten
  - Nye typer dekke- og skyggematerialer som endrer lysspekteret og reduserer energiforbruket
  - Bruk av LED-lys (lysdioder) med spesielle lysspektra
3. Kontroll av mjøldogg uten bruk av plantevernmidler ved hjelp av døgnlig belysningstid og lyskvalitet
4. Biologisk skadedyrbekjempelse tilpasset nye lysstrategier i veksthus

## Klimaendringer, energibruk og planteproduksjon i veksthus

### Den politiske dagsorden

Et av de viktigste punktene på den internasjonale politiske dagsorden er en forventet global klimaendring som trolig bl.a. er et resultat av høgt forbruk av fossilt brensel og dermed høye utslipp av CO<sub>2</sub>. Tiltak for å redusere energibruket er også høyt prioritert av norske landbruksmyndigheter. Veksthusnæringen står for vel 7 % av den norske landbruksproduksjonen, og er viktig for sysselsettingen i mange kommuner i distriktene, deriblant mange kvinnearbeidsplasser.

## Næringens strategi

Norsk Gartnerforbund (NGF), og dermed veksthusnæringen, har satt egne krav til redusert energiforbruk (dokument 28.02.2008): i) å redusere energiforbruket pr. produsert enhet i veksthusproduksjonen med i gjennomsnitt 1.5-2.0 % pr. år for perioden 1999 til 2012 (totalt med 20-25 %), ii) redusere det totale energiforbruket i veksthusproduksjonen med 15 % for perioden 1999 til 2012, iii) redusere CO<sub>2</sub>-utslippet med 40 % for perioden 1999 til 2012. I Nederland og Danmark har de hatt en reduksjon i energiforbruket på 2.5-2.8 % per år de siste årene i veksthusproduksjonen. NGF har som prioritert forskningsområde: Klimastyring, optimalisering mhp. lysbruk koblet mot plantesjukdommer, biologisk bekjempelse, energibruk og vekstusteknikk. Energikostnadene i en del veksthusproduksjoner står for 2/3 av de totale utgiftene og må derfor reduseres, ikke bare av miljømessige, men også av økonomiske årsaker. For å oppnå dette må ny vekstusteknologi kombineres med nye dyrkingsprogrammer. Når klimabetingelsene endres, påvirkes også forholdene for sopp, skade- og nytte dyr. For å kunne lykkes er det nødvendig å se disse forholdene i sammenheng.

## Prosjekt for redusert energibruk og plantevern uten kjemiske midler

### Samarbeid og forskningsområder

Dette prosjektet er et samarbeid mellom Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Bioforsk, Norsk Landbruksrådgiving, Wageningen University (Nederland), Cornell University (USA), NRC Plant Biotechnology Institute (Canada), MTT Agrifood Research (Finland) og flere representanter fra veksthusnæ-

ringen. Forskingen er delt inn i fire hovedområder som avspeiler de fire delmålene. Modellplantene i prosjektet vil i hovedsak være roser, agurk, tomat og julestjerne, men det vil også i noen grad bli arbeidet med utplantingsplanter.

### Nederlandsk veksthus teknologi

I Nederland er det utviklet en ny veksthus teknologi ved de såkalte delvis lukkede ("semi-closed") og lukkede ("closed") veksthusene hvor energiforbruket reduseres vesentlig. Den forventede avlingsøkningen har imidlertid uteblitt, av mangel på kunnskap om de optimale klimadrykingsprogrammene i slike nye veksthus. Vårt norske forskningsmiljø har gjennom årene opparbeidet en internasjonalt anerkjent kompetanse på klima og plantevekst. Vi er i den positive situasjonen at det Nederlandske forskningsmiljøet som er verdensledende når det gjelder veksthus teknologi, ønsker et samarbeid for å maksimere produktiviteten i den nye generasjonen veksthus hvor en forventer en dramatisk nedgang i energiforbruket.

### Redusert energiforbruk og plantevekst

Vår forskning vil ha et hovedfokus på hvordan vi kan maksimere utnyttelsen av den naturlige innstrålingen og redusere energiforbruket ved å tillate større temperaturvariasjoner enn i dag. Vi vil redusere ventileringen av husene, og samtidig beholde en høyere CO<sub>2</sub>-konsentrasjon inne i veksthusene. Den økte CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luften kan utnyttes direkte til plantevekst i stedet for å bli sluppet ut i atmosfæren. Det kan forventes negative effekter på plantekvaliteten ved høye dag- og lave natt-temperaturer. Spesielt vil strekningsveksten øke i mange planteslag, noe som ofte er forbundet med nedsatt kvalitet. Det er mulig å motvirke uønsket strekningsvekst ved å endre lysklimaet i plantesjiktet. Vi vil gjøre forsøk med ulike dekkematerialer og lysdioder (LED-lamper) og på den måten endre lyskvaliteten. Vi vil også undersøke effekten av en ny type veksthusdekke, en plastfolie som slipper gjennom UV-B lys og se på anvendelsen av fargede skyggegardiner som øker forholdet mellom rødt og mørkerødt lys i veksthuset (gir i prinsippet kortere planter).

### Mjøldogg og biologisk bekjempelse av skadedyr

Fra norske forsøk med mjøldogg i roser vet vi at ved riktig bruk av daglengde og lyskvalitet kan man redusere sterkt angrep av denne sjukdommen. Vi vil prøve å utnytte kunnskapen til også å kunne redusere angrep av mjøldogg i agurk og tomat i veksthus ved

bruk av LED-lamper. Belysningen i veksthuset vil påvirke utviklingen og atferden hos skade- og nyttedyr. De nye belysningsstrategiene for energisparing, mjøldoggbekjempelse og regulering av strekningsvekst hos plantene kan derfor få betydning for effekten av biologisk bekjempelse. Dette betyr at det er viktig å tilpasse den biologiske bekjempelsen etter hvert som nye belysningsmetoder tas i bruk, slik at skadedyr fortsatt kan bekjempes med minst mulig bruk av kjemiske midler. Vi har valgt å jobbe med biologisk bekjempelse av veksthusmellus, som er en viktig skadegjører i kulturer som tomat, julestjerne og roser. Vi har vist at kontinuerlig belysning reduserer overlevelsen hos veksthusmellus på roser, men vi vet ikke hva slags effekt denne lysbruken eller lyskvaliteten vil ha på nyttedyrene. Målet vårt er å kunne tilby produsentene praktiske plantevernplaner som er tilpasset nye belysningsmetoder.

### Konsekvenser for norsk veksthusproduksjon

Næringen bidrar økonomisk, både med direkte pengestøtte og indirekte med å stille veksthusareal til disposisjon for forsøk. Andersens Gartneri AS i Østfold vil få en sentral rolle, fordi de vil sette opp de omtalte dekkemateriale/skyggeduker som endrer lys sammensetningen i veksthus. Planen er også å få etablert et delvis lukket veksthus med kjøling. Beregninger viser at det bør være mulig å øke avlingene og redusere energiforbruket med 20-30 % i et slikt hus. Vi vil gjøre forsøk med LED-lamper. LED-lys er per i dag ikke brukt i vesentlig grad i veksthus, men antas å få stor betydning når effektiviteten øker og prisen synker. Endring av dekkematerialer og riktig bruk av LED-lamper vil i stor grad kunne oppveie uønsket strekningsvekst hos planter av den fremtidige, mer energikonserverende veksthusproduksjonen. Om vi lykkes med å tilpasse daglengde og lyskvalitet til å redusere mjøldogg og forbedre bekjempelse av skadedyr, vil veksthusproduksjonen bli vesentlig mer miljøvennlig, og det vil øke mulighetene for å kunne produsere økologisk produkter på en kostnadseffektiv måte.

Det direkte samarbeidet med fire ledende forskningsmiljøer i andre land, vil tilføre veksthusnæringen mye kunnskap og bidra til å gjøre den mer konkurranse-dyktig.



# Veksthusklima og integrert plantevern

Ny og mer miljøvennlig veksthus teknologi vil endre klimaet i veksthusene. Dette vil påvirke balansen mellom skade- og nyttedyr, og kan få betydning for effektiviteten av biologisk og integrert plantevern.

Nina Svae Johansen  
Bioforsk Plantehelsetse  
nina.johansen@bioforsk.no

## Introduksjon

Global oppvarming, behov for å beskytte miljøet og høye energipriser gjør at energisparing og -effektivering i veksthusproduksjonen har topp prioritet. Ny veksthus teknologi inkluderer bl.a. lukkede/delvis lukkede veksthus, veksthus med stor takhøyde, dekkematerialer med ulike spektrale egenskaper, energieffektive lamper med spesielle lysspektre og dynamisk klimastyring der veksthusklimaet får svinge mer i takt med klimaet utendørs. Denne utviklingen vil gi endringer i temperatur, fuktighet, lysforhold og CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i forhold til tradisjonelle dyrkingssystemer. Atferd og biologi hos insekter og midd påvirkes i stor grad av klimaet. Samspillet mellom temperatur og utvikling er godt kjent for mange skade- og nyttedyr, men man vet lite om effekten av de andre klimafaktorene. Denne artikkelen gir noen eksempler på det vi vet per i dag om hvordan veksthusklima kan påvirke biologisk og integrert plantevern.

## Temperatur, fuktighet og biologisk bekjempelse

Overlevelse, utvikling, reproduksjon, søkeeffektivitet og predasjons- og parasitteringsrate hos skade- og nyttedyr er i stor grad styrt av temperaturen. Generasjonstiden hos bomullsmellus blir redusert fra 137 dager ved 16 °C til 23 dager ved 28 °C på julestjerne. Ved 16 °C er mortaliteten 95 %, mens den bare er 6 % ved 28 °C. Mengden egg som blir lagt per hunn øker med temperaturen. Ganghastigheten hos mellusnyltevepsen *Encarsia formosa* blir redusert med 15 % på julestjernesorten 'Lilo' når temperaturen senkes fra 20 til 18 °C. Voksne hunner av mellusnyltevepsen *Eretmocerus eremicus* bruker mer tid til aktiv søking og har høyere parasitteringsrate ved 24 °C enn ved 21 og 18 °C. Predasjonsraten hos mange rovmidd øker med økende temperatur innenfor det temperaturområdet der de er aktive, og det kan også være samspill mellom temperatur og metningsdefisitt.

Flyging hos insekter foregår innenfor et spesielt temperaturområde som er spesifikt for arten. Innenfor dette temperaturområdet kan flygeaktiviteten påvirkes av fuktigheten. Forsøk har vist at rovtegen *Orius indiosus* ikke flyr ved 15 °C, og ved 20 °C og 25 °C økte flygingen med økende metningsdefisitt. I agurk spredte rovtegen seg raskere og lengre fra et utslippspunkt i toppen av plantebestandet når temperaturen og metningsdefisitten økte. Da rovtegene ble sluppet ut nede i agurkbestandet var flygeaktiviteten mindre påvirket av temperaturen og metningsdefisitten, kanskje fordi mikroklima og lysforhold er forskjellig fra toppen av bestanden.

Mange insektpatogene sopper trenger høy fuktighet for å spire og sporulere. *Paecilomyces fumosoroseus* er mest effektiv ved en relativ luftfuktighet (RF) på > 80 %, og forsøk har vist at infeksjonsnivået hos agurkbladlus, amerikansk blomstertrips og veksthusmellus sprøytet med *Beauveria bassiana* var 89-96 % ved 92 % RF og 71-77,5 % ved 77 % RF i toppen av et agurkbestand. Variasjon i mikroklimaet kan føre til forskjeller i effektiviteten av de insektparasittære soppene ulike steder i plantebestandet.

## Lysforhold og biologisk bekjempelse

Lysintensitet, lyskvalitet og daglengde påvirker også nyttedyrene. *Encarsia formosa* og *E. eremicus* parasitterer flere veksthusmellusnymfer ved høy lysintensitet og lang dag enn ved lav lysintensitet og kort dag. De fleste nyttedyr er dagaktive, noen er mest aktive i demrings- og skumringstimen, og noen er nattaktive. Rovtegen *Macrolophus caliginosus* er mest aktiv i mørke og spiser flere byttedyr når natta er relativt lang. Bladlusgallmyggen *Aphidoletes aphidimyza* er avhengig av skumring og demring og lang nok mørkeperiode for at de skal parre seg og legge egg. Kritisk daglengde for induksjon av diapause er forskjellig hos ulike arter. Et eksempel er rovtegene

*Orius majusculus* og *O. laevigatus*. Den første arten går i diapause ved kort dag, og kan bare brukes vår, sommer og høst, mens *O. laevigatus* ikke så lett går i diapause og kan brukes hele året og under kortdagsbehandling av plantene bare temperaturen er høy nok. For at diapause skal bli induisert må nyttedyrene bli eksponert til de bølgelengdene som kan utløse en slik reaksjon. Det er f.eks. vist at diapause ved kort dag delvis kan forhindres hos *O. insidiosus* ved å forlenge dagen med blått lys.

Spektralfordelingen i lyset påvirker aktiviteten hos mange insekter. Hos mellus, trips og bladlus ser UV-lys ut til å være viktig for reproduksjon og flygeaktivitet, og for å finne vertplanter. Det er gjort en del forskning på virkningen av UV-blokkerende plast på mellus og mellussnylteveps. Det ser ut til at slik plast kan forstyrre flygeatferden hos mellus slik at angrep og spredning av mellusoverførte virus blir redusert uten at det har særlig negativ effekt på mellussnyltevepsen. Kunnskap om insektenes respons på ulike bølgelengder er utnyttet til å lage bl.a. limfeller og lysfeller.

### Dynamisk klimastyring

Det er lite kunnskap om hvordan de svingningene i temperatur og fuktighet som oppstår ved dynamisk klimastyring virker inn på skadedyr og biologisk bekjempelse. Dyrkere i Danmark rapporterer om mindre innflyving av trips i veksthuset ved dynamisk klimastyring, sannsynligvis fordi luftelukene er lukket i en større del av døgnet enn ved tradisjonell klimastyring. På den andre siden var det høyere populasjoner av agurkbladlus i et veksthus med begonia der det ble brukt dynamisk klimastyring fordi sommertemperaturen ble høyere. Forsøk har vist at utviklingshastigheten hos skade- og nyttedyr, og predasjonsraten hos noen nyttedyr kan være forskjellig ved konstante og svingende temperaturer. Men de ulike artene reagerer ikke likt på svingningene i temperaturen, og det er derfor vanskelig å forutsi effekten på biologisk bekjempelse.

### Effekt av plantevernmidler

Sprøyting med kontaktmidler mot skadedyr som lever skjult på plantene gir ofte dårlig effekt. Høy temperatur og lav metningsdefisit under og etter sprøyting kan øke flygeaktiviteten hos amerikansk blomstertrips, noe som gjør dem mer eksponert for det kjemiske midlet. Ved å øke temperaturen fra 22-23 °C til 26-28 °C og holde en metningsdefisit på 0,61 kPa i

3 timer økte effektiviteten av endosulfan mot amerikansk blomstertrips med 25 % i agurk. Ved behandling før utriving av plantene var effektiviteten best ved 30 °C og 1,5-2,0 kPa.

### Bruk av temperatur og metningsdefisit for å drepe skadedyr

Høye temperaturer kombinert med tørr eller fuktig luft gir høy mortalitet hos de fleste insekter og midd, og kan brukes til å drepe skadedyr i tomme veksthus mellom produksjonsperiodene. Mer utfordrende er det å bruke temperatur som bekjempelsesmetode mens skadedyrene befinner seg på plantene, siden plantene også tar skade av høy temperatur. I kanadiske veksthusforsøk døde all amerikansk blomstertrips etter 1 dag i paprika og 3 dager i agurk ved en temperatur og metningsdefisit på hhv 40 °C og 4,76 kPa (ingen gjødselvanningen under behandlingen). Ved 35 °C og 3,07 kPa tok det 7-8 dager før 90-100 % kontroll ble oppnådd, men ved 30 °C og 2,23 kPa var ikke bejempelsen ikke god nok. 100 % mortalitet hos veksthusmellus i agurk og tomat ble oppnådd etter 2-3 dager ved 40 °C og 4,58 kPa, etter 3 dager ved 35 °C og 3,07 kPa og etter 5 dager ved 30 °C og 1,05 kPa (95-100 % mortalitet). Luftelukene må være igjen og temperaturen må holdes konstant under behandlingen, siden temperatursvingninger kan øke overlevelsen hos tripsen.

### Konklusjon

Veksthusklimaet kan ha stor innvirkning på atferd og biologi hos skade- og nyttedyr. Effekten av de ulike klimaparametrene kan variere fra art til art, og generalisering er vanskelig. Foreløpig vet vi lite om hvordan veksthusklimaet vil påvirke de enkelte skade- og nyttedyrene og samspillet mellom dem, og hvordan det kan benyttes til direkte skadedyrbekjempelse. For å kunne utvikle effektive bekjempelsesprogram for de nye produksjonsmetodene er det derfor stort behov for forskning på dette området.

### Referanser

- Shipp, L., Johansen, N.S., Vänninen, I. & Jacobson, R. 2009. Greenhouse climate: An important consideration when developing pest management programs for greenhouse crops. Manuskript innsendt til Acta Horticulturae.
- Vänninen, I. & Johansen, N.S. 2005. Artificial lighting (AL) and IPM in greenhouses. IOBC/wprs Bulletin 28(1):295-304.

# Virkingen av belysningstid og lyskvalitet på mjøldogg hos roser

Rosemjøldogg (*Podosphaera pannosa*) er den viktigste sjukdommen i veksthusroser og gir betydelige økonomiske tap. Gjennom et doktorgradsarbeid ved UMB har det blitt vist at ved å øke daglengden fra 16-18 timer til 20-24 timers lys, så vil angrep av mjøldogg i veksthusroser reduseres betydelig, og det er først og fremst rødt lys som hemmer soppen. Denne artikkelen gir et kort sammendrag av dette arbeidet.

Arupillai Suthaparan<sup>1</sup>, Arne Stensvand<sup>2</sup>, Sissel Torre<sup>1</sup>, María-Luz Herrero<sup>2</sup>, David M. Gadoury<sup>3</sup> og Hans Ragnar Gislerød<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>2</sup>Bioforsk Plantehelset, <sup>3</sup>Cornell University, USA  
arupillai.suthaparan@umb.no

## Bakgrunn

Gjennom tidligere forsøk ved UMB er det funnet at ved å øke daglengden, vil ikke bare avlingen i veksthusroser øke, men problemet med mjøldogg blir sterkt redusert. Kontinuerlig lys kan svekke holdbarheten pga. redusert spalteåpningsfunksjon, men ved å variere luftfuktigheten kan man i stor grad oppveie denne negative effekten. Her blir det rapportert fra et arbeid om bruk av tilleggslys for å bedre kontrollen av mjøldogg ved produksjon av potteroser i veksthus.

## Metodikk

Unge planter av potterosekultivaren Mistral, som er svært mottakelig for mjøldogg, ble brukt i alle forsøk. Forsøkene foregikk i klimakammer; enten med små delblad av rose plassert på vannagar i Petriskåler eller med hele planter i vindtunneler. Det ble gitt konstant temperatur og luftfuktighet i alle forsøksledd i hvert forsøk, mens daglengde og lyskvalitet varierte.

I Petriskål-forsøkene ble det sett på sporespiring og sporedanning hos soppen. Soppen ble dyrket på de grønne bladene i skålene og ble eksponert for ulike daglengder eller lyskvaliteter. Tolv dager før de ble plassert i tunnelene, ble plantene smittet med mjøldogg, og de vokste så under optimale forhold for utvikling av soppen (18 timer lys og høy luftfuktighet). I vindtunnelene blåste det en konstant, lav vindhastighet (0,06 meter pr. sek.) gjennom plantene, som stod to og to i hver av tunnelene i 4 til 7 døgn. Sporer (konidier) ble avsatt på en tape montert på en roterende klokkesylinder ved utgangen av tunnelene. Antall sporer på tapen ble avlest i mikroskop og gav

et uttrykk for hvor mye mjøldogg som ble utviklet ved de ulike behandlingene.

I forsøk med daglengde ble det gitt enten 0, 12, 18 eller 24 timer lys i en forsøksserie og 18, 20, 22 eller 24 timer lys i en annen. Mengde fotosyntetisk aktivt lys (PFD) var 50  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sek.}$ , gitt av høytrykkvikksølv-halogendamplamper.

I forsøk med lyskvalitet ble plantene eksponert for blått (420-520 nm, topp ved 465 nm), rødt (630-720 nm, topp ved 675 nm), mørkerødt (> 685 nm) eller hvitt (full-spekter) lys. Mengde PFD var 5  $\mu\text{mol}$  per  $\text{m}^2$  per sek. for alle behandlingene. Lamper med såkalt LED-lys ble brukt som lyskilde til blått og rødt lys. For mørkerødt lys ble det brukt glødelamper + et mørkegrønt filter. Hvitt lys ble gitt fra lysstoffrør, og filter ble brukt for å tilpasse lysmengden. Plantene ble gitt følgende behandlinger: (i) alle planter ble gitt 18 timer med enten blått, rødt, mørkerødt eller hvitt lys med PFD 5  $\mu\text{mol}$ , (ii) alle plantene ble gitt 18 timer hvitt lys med lysstoffrør (PFD 50  $\mu\text{mol}$ ) etterfulgt av 6 timer med enten blått, rødt, mørkerødt lys (PFD 5  $\mu\text{mol}$ ) eller mørke, (iii) alle planter ble eksponert for 18 timer hvitt lys (PFD 50  $\mu\text{mol}$ ) etterfulgt av 6 timer mørke eller 1 time nattbrudd med enten rødt eller mørkerødt lys, eller rødt (1 time) + mørkerødt lys (1 time).

## Resultat

Det var betydelig mindre sporespiring og sporedanning ved 20 til 24 timer lys sammenlignet med 18 timer. Mengden sporer som ble samlet i vindtunnelen

ved 24 timer lys var bare 22 % av mengden samlet ved 18 timer. Det var ingen forskjell mellom 20, 22 og 24 timer lyseksponering.

Rødt lys reduserte sporedanningen betydelig, både i Petriskåler og vindtunneler. Når planter med mjøldogg ble eksponert for 18 timer med ulike lyskvaliteter i vindtunneler, ble det dannet 4,7 og 2,7 ganger så mange sporer i henholdsvis mørkerødt og blått lys sammenlignet med hvitt lys. Sammenlignet med rødt lys gav mørkerødt og blått lys henholdsvis 13,3 og 7,5 ganger så mange sporer. Når mjøldogginfiserte planter ble gitt 18 timer vekstlys etterfulgt av 6 timer med blått, rødt, mørkerødt lys eller mørke, var antallet sporer dannet etter fire dager kun 12 % i rødt sammenlignet med mørkerødt lys. Kun 1 time med rødt lys gitt i nattfasen gav også sterk reduksjon i sporedanningen, mens 1 time mørkerødt lys gitt etter 1 time rødt lys nesten opphevet virkningen av rødt lys.

## Diskusjon

Gjennom disse forsøkene har vi vist at ved å øke daglengden fra 18 timer til 20-24 timer, reduseres angrepet av mjøldogg betydelig. Og det er det røde lyset som reduserer soppen mest, mens mørkerødt lys stimulerer angrepet av mjøldogg i roser. Norske rosegartnere har allerede tatt i bruk kunnskapen om daglengde og mjøldogg for å redusere sjukdomsangrepene. Det har skjedd en stor utvikling av LED-teknolo-

gi for belysning, og ved hjelp av slike lamper kan man trolig i framtiden skreddersy lyssammensetningen for å fremme spesielle biologiske reaksjoner. Svært lave energimengder med rødt lys var nødvendig for å redusere mjøldoggangrepet.

Vi har nå satt i gang et arbeid med daglengde og lyskvalitet i veksthusagurk og veksthusstomat, for om mulig å oppnå den samme effekten på mjøldogg i disse kulturrene. Så langt ser det ut til at vi får de samme reaksjonene som for mjøldogg i roser.

## Referanser

- Mortensen, L.M. og Braut, E. 1998. Belysningsstrategi for potteroser. *Gartneryrket* 7/1998:23-25.
- Mortensen, L.M., Pettersen, R.I. og Gislerød, H.R. 2007. Air humidity variation and control of vase life and powdery mildew in cut roses under continuous lighting. *European Journal of Horticultural Science* 72:255-259.
- Suthaparan, A., Stensvand, A. Torre, S. Herrero, M.L., Gadoury, D.M., Pettersen, R.I. og Gislerød, H.R. 2009. Rødt lys reduserer mjøldogg i veksthusroser. *Gartneryrket* 10/2009:52-53.
- Suthaparan, A., Stensvand, A., Torre, S., Herrero, M.L., Pettersen, R.I., Gadoury, D.M. og Gislerød, H.R. 2010. Continuous lighting reduces conidial production and germinability in the rose powdery mildew pathosystem. *Plant Disease* (under trykking).
- Suthaparan, A., Stensvand, A. Torre, S. Herrero, M.L., Pettersen, R.I. og Gislerød, H.R. 2008. Økt daglengde kan kontrollere meldugg i roser. *Gartneryrket* 10/2008:28-30.

# Effekt av kontinuerlig belysning på veksthusmellus

Veksthusmellus (*Trialeurodes vaporariorum*) og rosemjøldogg er to problematiske skadegjørere i veksthusroser. Det har vist seg at kontinuerlig belysning kan brukes for å redusere problemene med rosemjøldogg, men hva vil skje med veksthusmellusa når lyset står på hele døgnet?

Nina Svae Johansen, Toril Sagen Eklo og Anette Sundbye  
Bioforsk Plantehelse  
nina.johansen@bioforsk.no

## Introduksjon

Den biologiske klokka er viktig for synkroniseringen av atferd og fysiologiske prosesser hos insekter (Klowden 2007). Det er f.eks. vist at klekking av voksne insekter, migrasjon, produksjon og utsondring av feromoner, paring, spermutløsning, egglegging, eggklekking og hudskifte kan følge døgnrytmen (f.eks. Giebultowicz 1999). Kontinuerlig belysning kan forstyrre disse rytmene, så det er mulig at biologien og populasjonsveksten hos veksthusmellusa kan bli påvirket av et slikt lysregime. For å undersøke dette fulgte vi derfor en generasjon mellus på roser 'Passion' som fikk enten 1) kontinuerlig lys eller 2) det lysregimet som normalt brukes i roseveksthus (vanligvis 20 timer lys). Under disse 2 lysregimene sammenlignet vi egglegging, utvikling og overlevelse hos veksthusmellusa.

## Materiale og metode

Forsøkene ble utført i 2 klimastyrte vekstom uten dagslys. Kunstlys ble gitt med en blanding av høytrykksnatriumdamplyper (400W SON-T; Philips

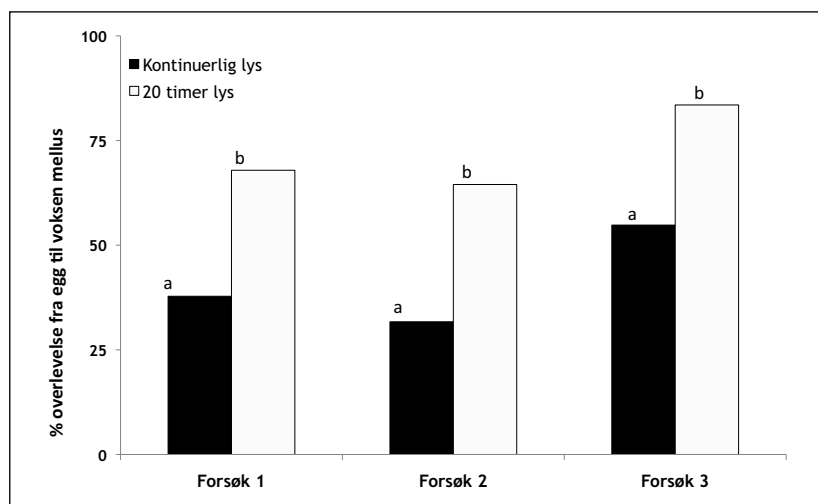
Norge; 211 W m<sup>-2</sup>) og lysstoffrør (TLD 58W-830; Philips Norge; 61 W m<sup>-2</sup>). I det ene vekstområdet fikk mellusa kontinuerlig belysning (24 timer lys og 0 timer mørke), og i det andre området fikk de 20 timer lys og 4 timer mørke. Lysstyrken var 180 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, målt midt i rosekulturen. Temperaturen var 21 ± 1 °C, og den relative luftfuktigheten varierte mellom 47 - 96 % (gjennomsnitt 74 %). Overlevelse og utviklingstid hos egg og nymfer ble registrert daglig hos til sammen 137 melluskolonier (16-39 individer i hver koloni) i 3 forsøk. Egglegging og overlevelse ble registrert daglig hos 57 voksne hunner i 1 forsøk.

## Resultater

Hos mellus som hadde fått kontinuerlig lys var overlevelsen fra egg til voksen redusert med ca. 30 % i forhold til mellus som hadde fått 20 timer lys (figur 1) i alle de 3 forsøkene. Færre hunner la egg, det ble lagt færre egg per hunn og levetiden ble redusert når lyset sto på hele døgnet (tabell 1). Utviklingstiden fra egg til voksen ble lite påvirket av lysregimet, men

Tabell 1. Utvikling og reproduksjon (± SE) hos veksthusmellus på roser ved kontinuerlig belysning og 20 timer lys. Forskjellig bokstaver etter verdiene i en rad angir signifikante forskjeller mellom lysregimene (tosidig t-test,  $p < 0.05$ )

Parametre som ble målt i forsøket	Kontinuerlig lys	20 timer lys	Ant. individer observert
Utviklingstid fra egg til voksen (dager)	32,8 ± 0,2 a	31,2 ± 0,1 b	98-509
Levetid voksne hunner (dager)	6,6 ± 1,1 a	11,6 ± 1,6 b	57
Antall dager før egglegging	1,0 ± 0,3 a	0,7 ± 0,1 a	
Eggleggingsperiode (dager)	7,8 ± 1,5 a	10,8 ± 1,7 a	
Antall egg per hunn	22,0 ± 5,5 a	53,4 ± 10,7 b	
Høyeste antall egg lagt av 1 hunn	97	195	
Andel hunner som la egg (%)	57	86	
$r_m$ : antall hunnlige avkom produsert per hunn per dag	0,015	0,063	



Figur 1. Gjennomsnittlig overlevelse (%) fra egg til voksen hos veksthusmellus på roser ved kontinuerlig belysning og 20 timer lys i 3 forsøk. Forskjellige bokstaver etter verdiene angir signifikante forskjeller mellom lysregimene (tosidig t-test,  $p < 0.05$ ).

den var signifikant litt lengre ved kontinuerlig lys. Vekstraten hos melluspopulasjonen ( $r_m$ ; antall hunnlige avkom produsert per hunn per dag) ble redusert med 76 % ved kontinuerlig lys.

## Diskusjon

Veksthusmellus som fikk kontinuerlig belysning la under halvparten så mange egg og hadde langt lavere overlevelse enn mellus som fikk 20 timer lys og 4 timer mørke. Dette gjør at melluspopulasjonen vil øke saktere når lyset står på hele døgnet. En melluspopulasjon med en blanding av alle stadier vil bruke 5 uker på å bli dobbelt så stor ved kontinuerlig belysning, mens det bare vil ta 1,5 uke før en melluspopulasjon som får 20 timer lys har økt til det dobbelte.

Årsaken til at veksthusmellusa ser ut til å trives så dårlig når lyset står på hele tiden vet vi ikke. Det kan være at kontinuerlig belysning forstyrrer den biologiske klokka hos mellusa. Dette vet vi kan virke inn på viktige livsprosesser som f.eks. vekst, egglegging, hudskifte og klekking fra egg og puppe hos andre insekter. Det er også mulig at det har skjedd endringer i næringsinnhold eller induksjon av forsvarsmekanismer i rosebladene, men dette ble ikke undersøkt. Det er imidlertid vist at kontinuerlig belysning kan endre den kjemiske sammensetningen hos planter (f.eks. Patterson *et al.* 1994), noe som kan påvirke samspillet mellom rosene og veksthusmellusa.

Resultatene fra disse forsøkene tyder på at kontinuerlig belysning vil øke tiden det tar før veksthusmellusa når et nivå som gjør økonomisk skade på roser i

forhold til tradisjonell belysningslengde. Det er også mulig at det blir lettere å oppnå kontroll av mellusa med nyttedyr siden mellusa oppformerer seg så seint, men det kommer helt an på hvordan nyttedyrene reagerer på denne typen belysning. Dette vet vi ikke. Og det er viktig å understreke at forsøkene som er beskrevet ovenfor ble gjort i vekstkammer der det bare ble brukt kunstig vekstlys. Det er slett ikke sikkert at vi vil få samme resultat når mellus og roser også får naturlig lys utenfra i tillegg til kunstbelysningen. Hvordan mellusa og nyttedyrene utvikler seg og hvordan biologisk bekjempelse vil fungere i kommersiell rosedyrking med kontinuerlig belysning må derfor undersøkes nærmere.

## Finansiering

Dette forskningsarbeidet er finansiert av Norges Forskningsråd, Norsk Gartnerforbund v/Roseklubben og Importører av nyttedyr.

## Referanser

- Giebultowicz, J.M. 1999. Insect circadian clocks: is it all in their heads? *Journal of Insect Physiology* 45: 791-800.
- Johansen, N.S. 2009. Effect of continuous light on the biology of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, on roses. *Entomologia Experimentalis et applicata* 133:244-250.
- Klowden, M.J. 2007. *Physiological Systems in Insects* (second edition). 688 pp, Elsevier Academic Press, Oxford, UK.
- Patterson, C.G., Archbold, D.D., Rodriguez, J.G. & Hamilton-Kemp, T.R. 1994. Daylength and resistance of strawberry foliage to the 2-spotted spider-mite. *Hortscience* 29:1329-1331.

# *Pythium aphanidermatum*, en vanlig veksthus sykdom i Norge, kan ha vertsplanter på friland

Den varmekjære pseudosoppen *P. aphanidermatum* forårsaker i Norge bare problemer i veksthus, hovedsakelig på agurk. Selv om patogenet ikke representerer noe problem på friland, vet vi at det kan overleve og formere seg i norsk klima. Under visse omstendigheter kan *P. aphanidermatum* angripe bjørk, og sannsynligvis andre planter i norsk vegetasjon.

María-Luz Herrero og Brita Toppe  
Bioforsk Plantehelse  
maria.herrero@bioforsk.no

## Innledning

*P. aphanidermatum*, som er en Oomycet, er velkjent over hele verden. Organismen ble første gang beskrevet som patogen på rødbete og reddik i USA i 1915. Med tiden er patogenet rapportert på alle kontinenter, særlig i varme områder. *P. aphanidermatum* er en polyfag organisme som kan angripe vertsplanter tilhørende mange botaniske familier. Noen av de mest utsatte er arter i gresskarfamilien og ertefamilien. Mange gras-arter angripes også. Patogenet forårsaker rotbrann ("damping off") hos frø og småplanter. Det kan også forårsake rot-, rothalsrøte og visning som følge av dette. Som de fleste *Pythium*-arter er *P. aphanidermatum* også en saprofytt som kan overleve på organiske rester.

Angrep av *P. aphanidermatum* er sterkt temperaturavhengig. Sterke angrep forekommer når temperaturen stiger over 25 °C. *P. aphanidermatum* kan også infisere planter under denne temperaturen, men blir da sjeldent et stort problem og blir utkonkurrert av andre *Pythium*-arter bedre tilpasset lavere temperaturer.

Selv om *P. aphanidermatum* har vært kjent lenge, ble patogenet smertelig aktuelt ved overgang til bruk av inaktive dyrkingsmedier med tilhørende vannings-systemer i veksthus. *P. aphanidermatum* sprer seg med zoosporer i vann. Høy temperatur i veksthus, kombinert med permanent vanntilførsel viste seg å være perfekte betingelser for formering og spredning av *P. aphanidermatum*. Agurkkulturer har vært særlig utsatt.

## *P. aphanidermatum* i Norge

Norske produsenter av agurk begynte på slutten av 70-tallet å bruke kunstige dyrkingsmedia (steinullmatter) og dryppvanning. En annen modernisering var bruk av tilleggslys som tillot dyrking av agurk i veksthus året rundt.

De nye dyrkingsmediene representerte løsninger på noen tidligere sykdomsproblemer, f.eks. svart røte. Høy temperatur, kombinert med belysning, økte produksjon betydelig. Alt dette skapte imidlertid også ideelle forhold for *P. aphanidermatum*. I Norge ble *P. aphanidermatum* for første gang funnet på agurk på 80-tallet. Vi vet ikke når eller hvordan patogenet kom til landet, men sannsynligvis skjedde det, som med de fleste planteskadegjørere, med infiserte vertsplanter. Til å begynne med var det bare problemer i noen få veksthus, men etter hvert spredde patogenet seg til hele næringa og angrepene har forårsaket store utfall i produksjonen.

I mange år ble *P. aphanidermatum* bare funnet i veksthusagurk i Norge. Fra varmere land er patogenet også kjent som en aggressiv skadegjører i gressplener og på golfbaner. I prøver av gress sendt til Bioforsk, er *P. aphanidermatum* bare påvist en gang.

I 2007 ble det igangsatt et prosjekt som blant annet skulle kartlegge vertsplanter og overvintring av *P. aphanidermatum* i Norge. Samme år ble *P. aphanidermatum* funnet i julestjerne i et gartneri hvor det også dyrkes agurk. Etter hvert er *P. aphanidermatum* påvist på julestjerne i flere gartnerier.



Figur 1. Hengebjørk (*Betula pendula*) smittet med *P. aphanidermatum*. Til venstre, planter en måned etter inokulering. Til høyre usmittede kontrollplanter.

Siden planter infisert av *P. aphanidermatum* bare viser symptomer ved svært høye temperatur, er det vanskelig å finne angrepne planter ute i norsk natur. For å undersøke om viltvoksende planter i norsk vegetasjon kan være vertsplanter for *P. aphanidermatum*, ble det plukket ugrasplanter på dyrkingsmedia i agurkveksthus angrepet av *P. aphanidermatum*. Fra mjølke (*Ephilobium* sp.) og bjørk (*Betula* sp.) ble det isolert *P. aphanidermatum*.

### ***P. aphanidermatum* patogen på bjørk**

For å bekrefte at *P. aphanidermatum* er et patogen på bjørk, ble smitteforsøk (Koch's postulater) gjennomført med bjørkeplanter. Frø av hengebjørk (*Betula pendula*) ble plantet i veksthus. Planter av forskjellige alder (sådd mellom 9 og 16 uker før forsøket), ble smittet med to isolater av *P. aphanidermatum*. Til sammen ble 16 planter smittet. Ett av isolatene var fra bjørk og det andre fra agurk. Temperaturen ble holdt rundt 25 °C. Etter en måned var det tydelig forskjell i vekst mellom smittede og ikke smittede planter (figur 1). Røttene fra smittede planter var også tydelig skadet, og *P. aphanidermatum* ble reisolert fra røttene. Isolatet av *P. aphanidermatum* fra agurk var også patogen på bjørk.

### **Overvintring av *P. aphanidermatum* i Norge**

Selv om *P. aphanidermatum* ikke trives ved lav temperatur, kan patogenet overleve under ugunstige forhold på grunn av dannelse av hvilesporer (oosporer). For å studere virkningen av vinterklima på patogenet, ble infiserte dyrkingsmedier i 2007 og 2008

tatt fra agurkveksthus og satt ut i et forsøksfelt på Ås. Perlitesekker infisert med *P. aphanidermatum* ble satt ut fra november 2007 til juni 2008. Perlitesekker, steinullmatter og torvkasser ble satt ut fra november 2008 til mai 2009. Disse dyrkingsmedier ble deretter plassert i et forsøksveksthus ved temperatur mellom 25-30 °C. Agurkplanter, sådd ca 10 dager på forhånd, ble plantet i alle disse substratene. Begge årene, etter ca 1 uke, begynte agurkplantene å dø, og etter 4 uker var alle plantene døde eller hadde rothalsrøte. Forsøket viser at patogenet godt kan tåle overvintring ute i det norske vinterklima som var de to årene.

### **Konklusjoner**

*P. aphanidermatum* har vist seg å kunne overleve vinterforhold på Østlandet (Ås). Fordi patogenet ikke forårsaker synlige skader ved lave eller moderate temperatur, blir det sjelden oppdaget på friland i Norge. *P. aphanidermatum* kan i løpet av få dager gjennomføre livssyklusen ved 18-20 °C, dvs at *P. aphanidermatum* ikke bare kan overleve, men også formere seg utendørs i Norge. Patogenet på friland kan representere en smitekilde for introduksjon i veksthusene.

Ved kunstig inokulering er det mulig å infisere og forårsake skader på små planter av hengebjørk. Det er høyst sannsynlig at *P. aphanidermatum* infiserer røtter av bjørk og formere seg på dem uten at det er mulig og observere skader på overjordiske deler. På samme måte kan trolig mange andre vertplanter i norsk natur også få asymptomatiske infeksjoner. Disse plantene kan fungere som smitekilder for og reservoar av patogenet.

For å resirkulere dyrkingsmedia etter brukt i veksthus, har perlite og torv noen ganger vært brukt som jordforbedring eller i torvtak på tradisjonelle norske hytter. *P. aphanidermatum* er sannsynligvis mye mer spredd enn vi tidligere trodde. Klimaendring eller genetiske forandringer kan medføre at vi med tiden også kan få skader av patogenet på friland i Norge.

Prosjektet er gjennomført med delfinansiering fra Matprogrammet i Norges Forskningsråd.



# Agropub - nettside for økologisk landbruk

Agropub - nettside for økologisk landbruk er mye brukt av gardbrukere, Norsk Landbruksrådgiving og i undervisning som kilde til fagstoff innen økologisk landbruk og praktisk agronomi. I Bioforsk Økologisk sin fagstrategiske plan 2009-2013 er Agropub en prioritert oppgave innen rådgiving og informasjon. Målet er at Agropub skal være den foretrukne norske nettsiden for å søke kunnskap om økologisk mat og landbruk.

Mona Ringnes

Bioforsk Økologisk, Tingvoll

mona.ringnes@bioforsk.no

## Besøksutvikling 2009

Agropub har vært lite markedsført de siste åra, men hos grupper innen fagmiljøet begynner Agropub å bli en etablert ressurs. Ved utgangen av november 2009 var det 777 abonnementer på nyhetsbrevet fra Agropub-redaksjonen. Besøkstallene på nettsiden varierte noe gjennom året ut fra sesong og ferietid, men i første halvår 2009 var det i snitt over 14 800 besøk per måned. I perioden juli - november var det i snitt over 21 480 besøk i måneden. Juli var lavest med litt over 15 900, mens oktober fikk 25 400 besøk. Besøk per dag utvikla seg jamt og i oktober var gjennomsnittet 819 per dag. Mai var første måned i 2009 med over tusen dagsbesøk, og både august (1 117), september (1 094) og oktober (1 256) hadde dager som langt overgikk dette.

## Næringsforsyning korn

Daglig drift av Agropub er det Bioforsk Økologisk som står for, men produksjon av fagstoff gjøres i samarbeid med flere. Bioforsk Nord Tjøtta, Bioforsk Øst Apelsvoll og Bioforsk Økologisk samarbeider om skriving av håndbok om næringsforsyning til korn. Agropub er valgt som publiseringskanal. Arbeidet kom i gang etter avdekking av kunnskapsbehov i SLF-prosjektet "Motivasjon for økt økologisk kornproduksjon" og etter ønske om oversikt over forskning innen økologisk næringsforsyning til korn de siste 10 årene fra faggruppene Korn og Næringsforsyning internt i Bioforsk. Veiledere fra NLR bidrar med innspill på innhold og som referansegruppe. Representanter fra faggruppene bistår i kartlegging av aktuelle referanseforsøk og ga innspill på disposisjonen.

## Satsing på husdyrhold

Ved hjelp av SLF-midler vil eksisterende husdyrstoff bli revidert, sammen med skriving av nytt materiale

om storfe, sau, geit, fjørfe og gris. Resultater fra forskningsprosjekter skal gjennomgås og sammenstilles.

Stoffet vil omfatte:

- byggetekniske løsninger for oppstalling og luftegård/beitebruk
- fôr og fôring
- grovfôr dyrking og grovfôrets betydning i økologisk husdyrhold
- dyrevelferd, naturlig adferd og etikk i husdyrholdet
- utfordringer og muligheter hos ulike husdyr raser relatert til egenskaper og bruksområder

Prosjektgruppa har representanter fra Bioforsk Økologisk og Bioforsk Vest Særheim. Referansegruppa favner veiledning, undervisning, forvaltning og samvirke.

## Agropub i undervisninga

Agropub nyttes som læreressurs i flere løsninger for veiledning og nettbaserte kurs for voksne, men også blant studenter og elever. I høst besøkte Agropub-redaksjonen Høgskolen i Hedmark, avd. Blæstad som i en årrekke har brukt Agropub i sin undervisning. Agropub ble også presentert for videregående skole på Naturbruksskolenes Forening sin fagdag etter mange henvendelser rundt skolestart fra lærere som etterlyste undervisningsmateriale innen økologiske emner. Bioforsk Økologisk skriver nå lærebok til VG3 Landbruk sine programfag Økologisk Landbruk 1 og 2 på oppdrag fra Tun forlag. Agropub er en integrert del av boka og den tilhørende nettressursen som driftes av NRK. Boka vil også bli solgt til andre interesserte direkte fra Tun forlag.

## Fagstoff på nett kontra papir

Internett gir unike oppdaterings- og kompletteringsmuligheter i forhold til papir. En kan på minut-



# Agropub

Nettside for økologisk landbruk

- \* Omlegging
- \* Økonomi og marknad
- \* Gjødning og næring
- \* Plantedyrking
- \* Fôrdyrking
- \* Husdyrhald
- \* Jord og jordarbeid
- \* Klima og miljø
- \* Jord- og plantehelse

[www.agropub.no](http://www.agropub.no)

- kunnskapsressurs på nett

Hvorfor økologisk landbruk Mat og helse Internasjonalt Hagebruk Skolehage Forskning

ter endre innhold i originaldokument ved f eks nye prissatser, nye føringer etter jordbruksoppgjør eller regelverksendringer, mens opprinnelig plassering og lenke opprettholdes. Det gir også muligheter til å komplettere eksisterende materiale istedenfor å skrive og trykke opp alt på nytt. Lenker til kildehenvisninger kan i tillegg legges direkte inn i teksten. Spørreundersøkelser blant studenter, bønder, representanter fra Norsk Landbruksrådgiving og Fylkesmannens landbruksavdelinger viste at ei nettside som Agropub, som samler informasjon og kunnskap om økologisk produksjon, forskning, linker etc., er ønsket av mange. Nettet appellerer godt til brukere som er vant til å lese på skjerm, men mange foretrekker fortsatt papir. I 2010 skal strukturelle og grafiske funksjoner forbedres for å bedre lesbarhet på skjerm og lette navigering på sidene. I tillegg skal utskrift-funksjonen forbedres for å imøtekomme behovet til dem som ønsker å ta utskrift.

### Ditt materiale aktuelt på Agropub?

Agropub er en av kanalene for kunnskapsformidling i ulike økologiske veilednings- og FoU-prosjekt. På samme måte som økologisk agronomi er relevant også for konvensjonell drift er generell agronomi og kunnskap også aktuelt på Agropub. Agropub har også avtale med flere tidsskrift og publiseringsområder om "resirkulering" av artikler som har stått på trykk.

Har du spørsmål eller forslag om enkeltpubliseringsprosjekt eller innhold, kontakt Mona Ringnes på 404 82 443 eller [mona.ringnes@bioforsk.no](mailto:mona.ringnes@bioforsk.no)

# Luftegårder for okser i økologisk kjøttproduksjon - en presentasjon av prosjektet

Som følge av kravet om lufting av okser i økologiske produksjon har næringen etterspurt anbefalinger for gode og praktiske løsninger, samt at det utarbeides retningslinjer for utforming og bruk av luftegård. Bioforsk Nord Tjøtta har fått finansiering av Statens landbruksforvaltning for å sammenfatte kunnskap og erfaringer på dette området.

Lise Aanensen  
Bioforsk Nord, Tjøtta  
lise.aanensen@bioforsk.no

## Bakgrunn

Innen økologisk landbruk er man generelt opptatt av å ha god dyrevelferd og å gi dyrene mulighet til naturlig adferd. Hensikten med luftegård er at dyrene får tilfredstilt behov som fjøset ikke oppfyller. Okser som ikke slippes på beite skal derfor ha tilgang til luftegård. Kravet om lufting av okser i økologisk storfeproduksjon trådte i kraft i 2007. Dette har gjort at mange økologiske storfeprodusenter har valgt å slutte med okseoppdrett. Oksekalvene fra disse produsentene selges tidlig. Og fordi det er få økologiske bruk som kjøper opp okser til framføring blir de ofte solgt til konvensjonelle bruk hvor de føres opp som konvensjonelle okser. Markedet går dermed glipp av økologisk produsert storfekjøtt.

Som følge av dette har næringen etterspurt anbefalinger for gode og praktiske luftegårdsløsninger, og at det utarbeides retningslinjer for utforming og bruk av luftegård. Luftegården skal gi bedre dyrevelferd, og oppfylle dyrenes behov for mosjon og naturlig atferd på en tilfredsstillende måte. Samtidig må man ta hensyn til klima, økonomi, bygningsteknikk, helse, miljø og sikkerhet (HMS) og forurensning.

## Målsetning

Prosjektet "Luftegårder for okser i økologisk kjøttproduksjon" skal kartlegge atferdsmessige, driftsmessige og helsemessige faktorer knyttet til luftegårder for okser. Prosjektet er et utviklingsprosjekt som skal ende opp i en praktisk veileder for utforming og bruk av luftegårder til okser i økologisk produksjon som til-

godeser dyrenes fysiske og psykiske behov, samt krav til gjødselhåndtering, produksjonskrav og HMS krav.

## Samarbeidspartnere

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Bioforsk Nord Tjøtta, Norsk Landbruksrådgivning, Høyskolen i Nord Trøndelag (HiNT) og Sveriges Landbruksuniversitet Skara (SLU). Prosjektet ledes av Bioforsk Nord, Tjøtta. To bachelorstudenter fra HiNT utfører atferds og velferdsvurderingene ute i besetningene.

Prosjektet er initiert via SLF prosjektet "Lønnsom produksjon av økologisk storfekjøtt", som er et delprosjekt av "ØKO-løft" for Trøndelag og Helgeland

## Finansiering

Prosjektet er finansiert av Statens landbruksforvaltning, Bioforsk, Norsk Landbruksrådgivning Helgeland og Nortura.

## Utførelse

Prosjektperioden er fra januar 2009 til desember 2010.

Delprosjekt 1 startet opp med innsamling av relevant litteratur og forskningsresultater, samt en studietur til Sveits og Østerrike for å se på bruk og utforming av luftegårder der. Bruken av luftegårder er svært utbredt blant storfebønder i Sveits og Østerrike. Både driftsmetoder, besetningsstørrelse og klimatiske forhold er ganske likt forholdene i Norge, noe som gjør det relevant å sammenligne bruken av luftegård. Det

ble skrevet en artikkel i fagbladet *Økologisk Landbruk* etter den studieturen (Hansen 2009).

Delprosjekt 2 består av å kartlegge atferd, helse og miljø i to økologiske storfebesetninger. Begge brukene har løsdriftssystem for okser og praktiserer bruk av luftegård. Halvparten av oksene i hver besetning går fritt ut og inn, mens den andre halvparten står inne hele tiden og fungerer som en kontrollgruppe. Innredning og arealkrav for alle oksene er i henhold til krav i det økologiske regelverket. Kartlegging av oksenes atferd og behov skjer på individbasis og utføres av to bachelorstudenter fra HiNT. Studentene gjør atferds- og velferdsvurderinger tre ganger i hver besetning - høst, vinter og vår. Under atferdsobservasjonene registreres oksenes atferd og bruk av arealet både utendørs og innendørs. Oksenes atferd deles inn i "positiv" (sosial slikking, leking, utforsking osv.) og "negativ" (stereotypier, knuffing, jaging, ridning osv.) oppførsel. I forbindelse med atferdsobservasjonene registreres oksenes aktivitet vha en aktivitetslogger (Ice Tag 3D) på foten. Aktivitetsloggerne registrerer aktivitet/bevegelse, antall steg oksene tar og vinkelen på foten, dvs om oxen ligger eller står. I

samme periode gjøres klimaregistreringer vha en klimastasjon som er montert rett utenfor luftegården. Klimastasjonen registrerer lufttemperatur, nedbør, luftfuktighet, sollys og vind. I tillegg registreres skader på kropp og bein, renhet og generell helse samt klauvhelse og halthet. For luftegården registreres underlagets funksjonsnivå - tråsikkerhet, friksjon, utglidning/skliing, fuktighet, renhold, samt gjødselhåndtering og avrenning.

Delprosjekt 3 består av utarbeidelse av en veileder for luftegårdssystemer til okser i økologisk drift. Veilederen utarbeides i nært samarbeid med "ØKO-løft"- prosjektet og med sammenstilling av nødvendig data fra begge studier. Veilederen skal distribueres til produsenter, kjøttsamvirket, forskjellige faglag for økologisk produksjon, rådgivere samt aktuelle fagtidsskrifter. I tillegg kommer informativ virksomhet og deltagelse på forskjellige informasjonsmøter og fag seminarer.

### Referanser

Hansen, B. 2009. Dyrevelferd ved bruk av luftegård. *Økologisk landbruk* 1:9-11.

# Velferdsplanlegging i økologisk kalvehold

For å bedre kalvens velferd i økologiske melkebesetninger er det utarbeidet et system for velferdsplanlegging på besetningsnivå retta mot kalv. Dette prøves nå ut på økologiske melkeproduksjonsbruk. Opplegget innebærer en vurdering av status for kalvevelferd i besetningen, en tiltaksplan for de viktigste forbedringer, og oppfølging med evaluering.

Britt Henriksen<sup>1</sup>, Cecilie Mejdell<sup>2</sup> og Berit Hansen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Økologisk, Tingvoll, <sup>2</sup>Veterinærinstituttet, <sup>3</sup>Bioforsk Nord, Tjøtta  
britt.henriksen@bioforsk.no

## Velferd hos kalv

God dyrevelferd er viktig i alt husdyrhold, og en av grunnpillarene i økologisk produksjon. Et godt kalvehold er dessuten en god start for seinere produksjon, enten det er melk eller kjøtt. Likevel er kalveholdet en utfordring på mange gårder. Det er riktignok ikke gjennomført systematisk velferdsvurdering av økologiske kalver i Norge, men erfaringer fra tidligere prosjekter er at kalveholdet har stort forbedringspotensial både i konvensjonell og økologisk produksjon (Grøva *et al.* 2005, Henriksen *et al.* 2008). Helse-dataene for kalv som samles via helsekortene usikre på grunn av mangelfull føring (pers. medd. Kerstin Plym-Forshell, Helsetjenesten for storfe 2008). Selv om regelverket for økologisk produksjon er strengt, gir dette alene ingen garanti for god dyrevelferd. Den faktiske dyrevelferden på gården er avhengig av prioriteringer, holdninger og kunnskap hos røtter.

Gjennom den norske delen av prosjektet "Minimising medicine use in organic dairy herds through animal health and welfare planning (ANIPLAN)" vil Veterinærinstituttet og Bioforsk utvikle et velferdsregistreringssystem for kalv som kan brukes i veiledning og velferdsplanlegging i økologisk melkeproduksjon. Prosjektet er et CORE Organic-prosjekt og et samarbeid mellom 11 forskningsinstitusjoner i Danmark, Tyskland, Nederland, Østerrike, Sveits, Norge og Storbritannia. Prosjektet starta høsten 2007 og går ut 2010.

## Velferdsplanlegging og velferdsvurdering

Velferdsplanlegging av dyreholdet på et melke- eller kjøttproduksjonsbruk kan ses som en kontinuerlig prosess. En bør identifisere status og risiko, sette mål, gjennomføre og forebygge, samt evaluere effekten av tiltakene, for deretter å revidere velferdsplanen (figur 1). Det er ulike måter å gjennomføre velferds-

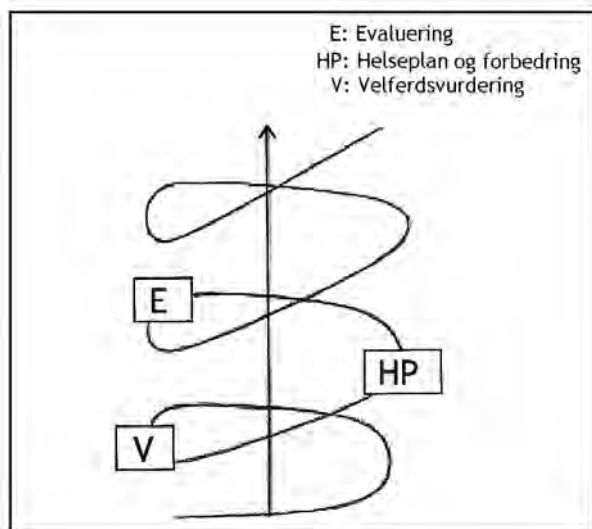
planlegging på. For å ha en felles forståelse for hva vi mener med velferdsplanlegging har ANIPLAN-prosjektet satt opp en rekke prinsipper som er essensielle for effektiv velferdsplanlegging (Vaarst og Roderick, 2008).

En konkret plan for hvordan eventuelle forbedringer av dyrenes velferd skal gjennomføres, er en viktig del av velferdsplanleggingen. Det er viktig at gårdbruker føler eierskap til velferdsplanen og prosessen forøvrig, og setter agenda for hvilke mål han/hun vil jobbe med. Gårdbrukeren må derfor vite hvordan velferds-situasjonen er for kalvene, og hvordan denne kan forbedres. Her vil et system for velferdsregistrering og vurdering være veldig nyttig. Velferdsregistreringen som blir utvikla i prosjektet er mynta på rådgiving. Dette gir rom for vurderinger som kan diskuteres med gårdbruker.

## Protokoll

Prosjektet utarbeider en protokoll som skal brukes ved velferdsregistreringen på gården. Protokollen bygger på erfaringer fra velferdsvurderinger i det tidligere norske prosjektet "God Velferd" (Grøva *et al.* 2005), "Kalveliv 100" som er velferdsvurdering av økokalv i Danmark og EU-prosjektet "Welfare Quality" som jobber med å utvikle vurderingssystem for sertifisering. Besøket på gården skal kunne gjennomføres på to til tre timer. Dette begrenser hvilke velferdsparametre som kan være med i protokollen.

Hovedfokuset er dyrebaserte parametre, det vil si målinger foretatt på dyrene, eksempelvis helse og renhet. Fordelen med slik er at de lettere kan sammenliknes på tvers av driftssystemer. I tillegg tar vi med noe informasjon om miljøet, føring med hovedvekt på kolostrum og melketildeling og håndtering, som har stor betydning for dyras helse og mulighet til



Figur 1. Velferdsvurdering er en kontinuerlig prosess med å vurdere dyrenes velferd, sette opp helseplaner og gjennomføre forbedringer, og evaluere med ny vurdering.

naturlig atferd. Protokollen er delt inn i seks hoveddeler:

#### Informasjon om gården

Produksjonssystem, rase og antall dyr i ulike aldersgrupper blir registrert. Her blir det også tegnet en skisse over oppstillinga av dyrene, og informasjon om dyreflyt notert.

#### Helseparametre fra registre

Før eller under besøket samles informasjon om helse og behandlinger fra kukontrollen eller storfekjøttkontrollen. Dette er data fra årsutskrift, helseutskrift, helsekort individ og buskap.

#### Adferd

Det blir gjennomført en kvalitativ atferdsvurdering hos kalver i grupper etter metode utvikla av Francoise Wemelsfelder (Wemelsfelder and Lawrence, 2001). I tillegg blir det gjennomført en test for å vurdere menneske-dyr-forholdet ved å se på hvordan kalvene reagerer ved håndtering av røkter.

#### Vurdering av individ

Alle, eller minst 15 kalver blir vurdert i forhold til hvor rene de er, om de har sår eller skader, kroppshold og tegn til sykdom. Den individuelle vurderingen summeres opp i en samlet vurdering av kalvene.

#### Miljø og omgivelser

Forhold som renhold, plass per dyr, luftkvalitet og trekk, i tillegg til tilgang på fôr og vann, fôrkvalitet og fôringrutiner av grovfôr og kraftfôr blir vurdert i de ulike bingene til kalvene. Kalvings- og sjukebinge, og forhold for kalver som er ute blir også vurdert.

#### Fôring av melk og kolostrum

Til slutt blir rutiner rundt kolostrum og melkefôring vurdert. Rutiner som lagring, oppvarming av melk, temperatur på melken ved fôring, mengde og kvalitet blir vurdert. I tillegg vurderes rutiner for avvenning.

#### Fremdrift

I første del av prosjektperioden er det utviklet en protokoll for vurdering av kalvevelferd ute i besetninger. Denne ble i 2009 prøvd ut på 14 økologiske melkeproduksjonsbruk. Det ble samtidig utarbeidet en velferdsplan på gårdene etter prinsippene satt opp av ANIPLAN. Denne skal bli fulgt opp med en ny velferdsvurdering våren 2010. Effekten av velferdsplanleggingen på de ulike gårdene vil bli vurdert i slutten av prosjektperioden og sammenholdt med erfaringer fra de andre samarbeidspartene i ANIPLAN.

#### Referanser

- Grøva, L., Henriksen, B.I.F. & Kielland, K. 2005. Rapport God dyrevelferd i økologisk mjølkeproduksjon, Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll. 23 s.
- Henriksen, B., Hansen I., Gjestvang J. & Tverås B. 2008. Velferdsvurderingar i LiA, Velferdsvurderingar av dyr i uisolerte fjøs knyta til prosjektet Landbruksbygg i Arktis. Bioforsk Rapport 3(49):23s.
- Vaarst M. & Roderick S. (eds) 2008. Planning for better animal health and welfare. Report from the 1st ANIPLAN project workshop, Hellevad, October 2007. CORE Organic project nr. 1903, University of Aarhus, Denmark, 74pp.
- Wemelsfelder, F. & Lawrence, A.B. 2001. Qualitative assessment of animal behaviour as an on-farm welfare monitoring tool. Acta Agriculturae Scandinavica suppl. 30:21-25.

# Vedlikehaldssåing i grasmark

Ved å blande frø inn i husdyrgjødsel ved spreiring kan ein gjennomføre vedlikehaldssåing på ein effektiv måte, som reduserer risikoen for pakking og som er miljøvennleg.

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

## Innleiing

Våtsåing er namnet på ein metode der ein blandar frø og husdyrgjødsel i samband med spreiring av gjødsel. I manuskriptet "Våtsåing av eng- og åkervekstar" (Nesheim 2010) er det gitt ein kort omtale av metoden våtsåing og eit brukarstyrt prosjekt eigd av Agromiljø AS. I dette manuskriptet presenterer ein resultat frå forsøk med ulike metodar for direkte såing i grasmark som er gjennomført i nemnde prosjekt.

## Såing om våren

Eit felt vart etablert i Sandnes i april 2007 i ei tre år gamal eng med tynt bestand av timotei, engsvingel og engrapp. Feltet vart ikkje brakka. Husdyrgjødsel vart spreidd med Agromiljø (AM) nedfellar eller stripespreiar, og på halvparten av ledda vart det sådd med ei raigrasblanding. Såing med vanleg såmaskin var med som kontroll. Feltet vart hausta to gonger i 2007, men avlingsutslaga for spreiemetode og såing var ikkje eintydige. Nedfelling av gjødsel kan skade plantedekket, men det var ikkje negativt avlingsutslag for nedfelling i dette feltet. Det vart registrert prosent raigras i såradena ved tre tidspunkt i mai/juni og i oktober. Tilslaget av raigras var klart betre etter såing ved nedfelling (ca 60 %) enn etter stripespreiring og vanleg såmaskin (ca 20 %). Ved registrering våren etter kunne ein ikkje finne att såradena på nokon av ledda. Det kan skuldast at raigraset har overvintra dårleg.

I Østre Gausdal (290 m.o.h.) vart det lagt ut eit felt hausten 2006. Ein halvdel av feltet vart brakka 22. september med glyfosat, og den andre halvdel vart brakka med same middel og mengd den 15. mai 2007, ei veke etter såing av feltet. Husdyrgjødsel og frø vart anten spreidd med AM nedfellar eller stripespreiar. Såing med Väderstad Rapid såmaskin var også med. Ved to registreringar i juli var det klart betre dekking av sådde artar etter vårbrakking enn etter

haustbrakking. Det var også betre tilslag etter nedfelling og Rapid såmaskin enn etter stripespreiring. Det var klart meir kveke der det var nytta AM nedfellar på vårbrakka areal. Året etter vårbrakking vart feltet hausta to gonger. Det var ingen sikre avlingskilnader mellom såmetodar. Brakking om hausten og brakking om våren gav same totalavling.

Våren 2008 vart det lagt ut eit nytt felt i Østre Gausdal (265 m.o.h.). Enga var etablert i 2006. Ved start av forsøket var dekinga av timotei og engsvingel om lag 70 %. Halvdelen av feltet vart brakka med glyfosat den 5. mai. Ei blanding av timotei og raudkløver vart sådd med AM nedfellar, med AM stripespreiar eller med Nordsten såmaskin 9. mai. Ved hausting i august var avlingsmengda om lag 70 kg tørrstoff høgare der det var brakka. Også innhaldet av timotei var klart høgast på brakka areal. Det var ingen skilnad i avling eller i prosent timotei mellom ruter der det var nytta nedfellar eller stripespreiar. Det beste resultatet vart oppnådd etter spreiring av husdyrgjødsel med AM nedfellar og såing med Nordsten såmaskin. Året etter vart første slått hausta 15. juni. Avlinga var klart høgare på brakka areal (790 kg/daa) enn på ubrakka areal (665 kg/daa). På brakka areal var innhaldet av timotei om lag 95 % uansett kva metode som vart nytta til såing, medan på ubrakka areal var innhaldet av timotei berre ca 40 % etter våtsåing med nedfellar eller stripespreiar mot ca 70 % der det var nytta såmaskin.

På Verma i Romsdal vart det etablert eit forsøk i ei seks år gammal eng dominert av bladfaks og engrapp våren 2008. Halve feltet vart brakka med glyfosat den 10. mai og sådd same dag. Våtsåing av raigras og raudkløver med nedfellar eller stripespreiar vart samanlikna med vanleg såmaskin brukt etter harving. Det vart registrert dekking av sådde artar på alle ruter, langs ei såråd på 1 meter den 17. juni, om lag

5 veker etter såing. Såinga var relativt vellukka både på brakka og ikkje brakka areal, dekkinga av sådde artar varierte frå 68 til 83 %. Det var ingen sikre skilnader mellom dei ulike såmetodane. Våren etter var dekkinga av raigras mykje høgare på brakka areal (67 %) enn der det ikkje var brakka (35 %). Våtsådde ruter hadde høgare dekking av raigras (56 %) enn der det var nytta såmaskin (45 %). Ved første slått var det ingen sikre avlingsskilnader mellom brakka og ubrakka areal, eller mellom såmetodane. Men innhaldet av raigras var klart høgare på våtsådde ruter.

### Såing om hausten

På Kvithamar vart det etablert eit forsøk i ei eldre eng hausten 2007. Arealet vart brakka og pussa av etter sju dagar. Såing vart gjort same dag med AM nedfellar, AM stripespreiar eller Fiona grasfrøsamaskin. Eitt ledd vart sådd med nedfellar straks etter sprøyting med glyfosat. På grunn av vått og kaldt vêr utover hausten var spiringa særst dårleg på alle ledd. Ved første slått i 2008 var det statistisk sikker lågare avling der det vart sprøyta med glyfosat rett før såing med AM nedfellar. Denne metoden gav også klart dårlegast etablering av timotei. Størst avling og best etablering av timotei vart oppnådd der gjødsla vart stripespreidd og timoteien vart sådd med grasfrøsamaskin. Ved første slått i 2009 var det ingen sikre skilnader i avling og innhald av timotei etter bruk av ulike såmetodar. Men det var tendens til høgare innhald av timotei etter bruk av stripespreiar enn etter nedfellar.

Eit forsøksfelt vart lagt ut ca 740 m.o.h. på Tretten hausten 2007 etter om lag same plan som på Kvithamar, men i tillegg sådde ein også på areal som ikkje var brakka. Ved feltinspeksjon 27. mai 2008 var plantene på 2-3 blad stadiet, men det fanst også timoteiplanter på buskingsstadiet. Tilslaget av sådd art var dårleg på både brakka og ikkje brakka areal, og dårlegast der det ikkje var brakka om hausten. Der det var sådd med nedfellar var dekkinga av timotei 20-30 %, medan dekkinga av timotei berre var om lag 5 % der det var sådd med såmaskin. Såing i midten av august er truleg vel seint i fjellregionen.

I Surnadal vart det lagt ut felt etter same plan som på Tretten. Halve feltet vart brakka 8. august og graset vart pussa av ei veke etterpå, og både brakka og ubrakka areal vart sådd same dagen, med AM nedfellar eller grasfrøsamaskin. Det var dårleg spiring på

alle ledd, og mellom 9. september og 25. oktober var det mest ikkje vekst. Det skuldast truleg vått og kaldt vêr utover hausten. Våren etter var det dårleg dekking av sådd timotei på areal som ikkje var brakka, og den delen av forsøket vart avslutta. På brakka areal vart første slått hausta. Såing ved hjelp av AM nedfellar rett etter sprøyting var mislukka. Best etablering av timotei oppnådde ein ved bruk av grasfrøsamaskin, anten etter breispreiing av husdyrgjødsel (80 % timotei) eller etter bruk av Fullgjødset (76 % timotei). Etter våtsåing var timoteiinnhaldet 40-45 %.

Også på Finnøy vart det lagt ut eit felt etter nokolunde same plan som i Surnadal og på Tretten. Feltet vart lagt ut i ei eldre eng om lag 75 m.o.h., på mineraljord med høgt innhald av organisk materiale. Deler av feltet var noko vassjukt, og i løpet av ein månad etter såinga kom det nesten 200 mm nedbør. Ledda som skulle brakkast vart sprøyta rett etter såing. Det vart sådd med fleirårig raigras den 30. august 2007, og heile feltet vart pussa av med plenklyppar den 9. oktober. Det vart nytta Stokkeland skålsåmaskin. Direktesåing med AM nedfellar førte til særst dårleg spiring, medan bruk av skålharv før såing med AM nedfellar gav noko betre spiring. Avlinga ved første slått på brakka areal i 2008 var særst låg etter bruk av nedfellar direkte i grassvoren. Der det først var køyrd med skålharv var avlingsreduksjonen etter bruk av nedfellar mindre. Såing med vanleg såmaskin etter spreieing av husdyrgjødsel med AM nedfellar gav best resultat både på brakka og ubrakka areal. Også i 2009 vart det brakka arealet forsøkshausta i første slått, med unntak for leddet med AM nedfellar direkte i svoren. Det var ingen sikre skilnader, avlinga var over 500 kg tørrstoff per dekar uansett metode for såing.

### Konklusjon

Det er større sjanse for å få til god etablering av gras og kløver på brakka areal enn der det eksisterande plantedekket ikkje vert fjerna. Det er stor variasjon mellom dei ulike forsøksfeltene med omsyn til kor vellukka fornying og vedlikehaldssåing etter ulike metodar har vore. Såing same dag som brakking var vanlegvis mislukka. Våtsåing har stort sett gitt like gode resultat som andre metodar.

### Referansar

Nesheim, L. 2010. Våtsåing av eng- og åkervekstar. Bioforsk FOKUS 5(2):224-225



# Våtsåing av eng- og åkervekstar

Ved våtsåing vert frø og gjødsel spreidd på jorda i ein operasjon, anten i striper på overflata, eller ved nedfelling. Resultat frå forsøk med våtsåing av ulike vekstar er oppsummert i dette manuskriptet.

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

## Innleiing

Firmaet Agromiljø AS har utvikla ein metode for å blande frø og husdyrgjødsel i samband med spreieing av gjødsla med stripespreiar eller nedfellar. Metoden vert kalla våtsåing. Frø og gjødsel vert blanda i eit fordelarhus på spreiar og blandinga vert lagt oppå jorda i striper eller i furer i jorda. Forsøk har vist at frøspiringa berre i mindre grad vert negativt påverka av husdyrgjødsel (Volden *et al.* 2005). Ein av fordelane med våtsåing er at gjødsel og frø vert tilført i éin operasjon, dermed sparar bonden både tid og pengar. Våtsåing kan også gi mindre jordpakking og mindre risiko for forureining, særleg når husdyrgjødsel vert tilført gjennom slangesystem. I klimameldinga frå Landbruks- og matdepartementet vert det lagt opp til premiering av direktsåing og redusert jordarbeiding for å redusere utslepp av klimagassar. Det kan gjere våtsåingsmetoden endå meir aktuell framover. Agromiljø AS fekk i 2007 midlar frå Norges forskingsråd til eit treårig brukarstyrt prosjekt. Målet med prosjektet var å finne opplegg for effektiv etablering av eng- og åkervekstar gjennom tilpassa teknikk for våtsåing, med optimal utnytting av husdyrgjødsel. Agromiljø (AM) nedfellar som vart brukt har 15 cm avstand mellom "sålabane". Dette er noko mindre enn vanleg for andre typar nedfellarar. Prosjektet er gjennomført av Bioforsk Midt-Norge i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Oppland (Randi Jarstad, Jostein Skretting), Norsk Landbruksrådgiving Rogaland (Nono Dimby, Arne Vagle) og Landbruk Nordvest (Ivar

Bakken, Sverre Heggset). I dette manuskriptet er det gitt ei oppsummering av resultat frå forsøk med såing av eng- og åkervekstar. I eit anna manus (Nesheim 2010) er det lagt mest vekt på fornying og vedlikehaldssåing i eng.

## Såing av åkervekstar

I eit forsøk på Jæren i 2007 med såing av bygg fann ein ingen sikre avlingsskilnader mellom våtsåing med nedfelling av gjødsla etter ulik jordarbeiding og tradisjonell såing etter pløying og harving. Men noko uventa kan det sjå ut som at våtsåing gav betre resultat enn den tradisjonelle metoden med pløying, harving og vanleg såmaskin. I 2008 og 2009 vart det lagt ut forsøk med såing av bygg på Åna Kretsfengsel etter ein annan plan enn i 2007. Forsøksledd og avling i kilo bygg per dekar for 2008 er vist i tabell 1.

I 2008 gav redusert jordarbeiding med skålharv like stor avling som pløying og harving, medan såing direkte i stubben førte til statistisk sikker avlingsnedgang (tabell 1). Nedgangen var særleg stor der det vart nytta stripespreiar og vanleg såmaskin. Det kan skuldast dårlegare etablering av byggplanter på grunn av halmrestar. Lite tilgang på vatn kan også ha ført til skilnader mellom ledda, frå 1. mai (1 veke etter såing) til 17. juni kom det berre 23 mm nedbør ved vêrstasjonen på Særheim. På ruter med redusert jordarbeiding og med pløying og harving var det ingen sikker skilnad mellom nedfelling og stripespreieing

Tabell 1. Avling av korn (15 % vatn, kg/daa) i byggåker ved Åna Kretsfengsel i 2008

	Utan jordarbeiding	Med harving	Pløying, harving	Middel
AM nedfellar, husdyrgjødsel, frø	348	441	448	412
AM nedfellar, husdyrgjødsel, vanleg såmaskin	347	367	380	365
AM stripespreiar, husdyrgjødsel, vanleg såmaskin	241	366	392	333
Middel	317	391	407	370

av gjødsla. Det beste resultatet vart oppnådd med våtsåing. Også i 2009 oppnådde ein gode avlingar med våtsåing av bygg. Litt uventa kom såing etter harving noko dårlegare ut enn direktesåing. Såing med vanleg såmaskin var delvis mislukka på grunn av fleire tette sålabbar.

### Såing av haustkveite

Eit felt med haustkveite vart lagt ut i stubb etter tidleg hausta bygg på Kvithamar i august 2007. Våtsåing med AM nedfellar utan jordarbeiding, etter redusert jordarbeiding og etter pløying vart samanlikna med tradisjonell såing etter pløying og harving. Det spirde mykje bygg som hadde dryssa etter den tidlege haustinga, særleg på ruter som ikkje vart pløgde. Såing på pløgde ruter gav relativt jamn spiring. Feltet vart hausta den 23. august, under fine vêrtilhøve. Såing utan pløying gav om lag 200 kg mindre avling (537 kg/daa) enn der rutene var pløgde (735 kg/daa). Den store skilnaden kan delvis skuldast at det var mykje meir byggspirer på upløgde ruter. Våtsåing i pløgd jord gav like godt resultat som såing med vanleg såmaskin, med minst ein operasjon mindre.

### Såing av vår- og haustraps

Det vart ikkje funne sikre avlingsskilnader mellom konvensjonell såing (189 kg/daa) og væskebasert såing med Agromiljø AS sitt utstyr (174 kg/daa) av vårraps i eit forsøk i Sverige i 2007 (Fogelberg, pers. oppl.). Det var stor variasjon mellom rutene, noko som truleg skuldast problem med tistel. I eit tilsvarende forsøk med haustraps i 2007/2008 gav våtsåingsmetoden større avling (500 kg/daa) enn der det vart brukt vanleg såutstyr etter pløying (450 kg/daa) eller ved såing direkte i stubben (400 kg/daa) (Fogelberg 2008). Det noko overraskande gode resultatet for våtsåing skuldast truleg at plantene kom raskare i gang med veksten. I byrjinga av november var plantene klart større og kraftigare etter våtsåing enn etter vanleg etablering.

### Spreiemetode og fôrqualität

Ei utvalsgranskning av Statistisk Sentralbyrå i 2000 viste at om lag 93 % av husdyrgjødsel som vart nytta på eng og beite vart spreidd med breispriear på overflata. Dei siste ti åra har stripespreiing og nedfelling fått eit visst omfang, men breispriear er framleis den dominerande metoden. Særleg i innlandsstrøk med lite nedbør om sommaren har ein hatt mistanke til at breispriear av husdyrgjødsel kan gi sporeproblem i mjølk. Det brukarstyrte prosjektet til Agromiljø AS

har delfinansiert eit toårig forsøksopplegg på Tretten i regi av Norsk Landbruksrådgiving Oppland (Nesheim & Jarstad 2009). Eitt engskifte vart delt i tre og husdyrgjødsel vart enten breispriear eller felt ned med AM nedfellar. Det tredje delskiftet vart berre gjødsla med mineralgjødsel. Ved førsteslåttan vart det pakka fem rundballar til bruk i forsøket frå kvart delskifte. Det vart ikkje nytta ensileringsmiddel. I begge åra var avlinga lågare der ein nytta nedfellar, medan breispriear husdyrgjødsel og mineralgjødsel kom ut likt. Avlingsreduksjonen etter nedfelling skuldast truleg fysisk skade på over- og underjordiske plantedelar. Prøver av rundballane vart tatt ut om hausten og analysert for næringsinnhald og hygienisk kvalitet. I 2007 var fôreiningskonsentrasjonen rundt 0,92 FEm/kg ts, medan tilsvarende tal for 2008 var om lag 0,88 FEm/kg ts. Torrstoffinnhaldet i ballane låg i begge år rundt 26-29 %. I 2008 var det ikkje forskjellar mellom ledd på gjæringskvaliteten, men alle prøver har fått kommentar om nedsett hygienisk kvalitet på grunn av høgt innhald av gjærsopp. Gjærsoppen konkurrerer best ved låg pH, som i 2008 var mellom 4,2 og 4,3. I 2007 var det mindre gjærsopp, men alle prøver frå areal der det vart spreidd husdyrgjødsel, hadde merknad om nedsett hygienisk kvalitet. Dei fleste merkningane kom på grunn av høgt innhald av muggsopp. Det året var pH i fôret noko høgare, mellom 4,5 og 4,8. I forsøka på Tretten gav nedfelling av gjødsel ikkje noko betre fôrqualität enn breispriear. Men begge metodane gav om lag same kjemiske kvalitet som bruk av mineralgjødsel. I eitt av åra (2007) var den hygieniske kvaliteten av fôret betre der ikkje vart spreidd husdyrgjødsel.

### Referansar

- Fogelberg, F. 2008. Flytgødselsådd høstraps kan ge 25 prosent mer. [www.jti.se](http://www.jti.se)
- Nesheim, L. & Jarstad, R. 2009. Hygienisk kvalitet i rundballar. Norsk Landbruk 128 (7):25.
- Nesheim, L. 2010. Vedlikehaldssåing i grasmark. Bioforsk FOKUS 5(2):222-223
- Volden, B., Vastveit, K. & Haugland, E. 2005. Spiring av ert, bygg, rødkløver, raigras og timotei etter opphold av ulik varighet i konsentrert og uttynnet blautgjødsel av storfe. Laboratorieforsøk ved Vågønes forskingsstasjon. Rapport, 6s.

# Beiteskader av hjort på gran og furu

Omfanget av barkgnag på gran og furu av hjort er granska i Fjaler og Jølster. Gran er sterkt utsett i hogstklasse III og ung IV, furu berre som ung. I snitt for 38 registrerte granbestand i Fjaler vart rotnettoen redusert med om lag 28 %, i Jølster litt mindre. Skadeomfanget i registrerte furufelt var mindre, 5-20 % av rotnettoen, men her vil skadeomfanget truleg auka.

Samson L. Øpstad<sup>1</sup>, Åsmund Austarheim<sup>2</sup> og Pål Thorvaldsen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Vest, Fureneset, <sup>2</sup>Fusa kommune

samson.opstad@bioforsk.no

Hjortestamma i vestlandsfylka har fleirdobla seg dei seinaste 10-åra. Beitepresset av hjort på innmark og skog vert av mange gardbrukarar sett på som så omfattande at det medfører større tap enn det som er akseptabelt. Den store bestanden skapar spenningsfelt mellom næringsinteresser knytt til drift av jord- og skogbruksareal og interesser knytt til jakt og jaktutleige. Den store bestanden skapar også utfordringar for forvaltinga, både den grunneigarstyrde forvaltinga og den meir overordna forvaltinga på kommune og fylkesnivå. For å få betre oversyn over omfanget av beiteskader av hjort på gran og furu, og kor mykje dette betyr økonomisk, vart dette med som delmål i prosjektet "Kostar hjorten meir enn han smakar?" som Bioforsk Vest Fureneset har hatt i perioden 2003-2009.

Tidlegare er det gjort granskingar som har gitt viktige bidrag om hjorteskade på gran på Vestlandet (Hauge 1987). Veiberg og Pettersen (2000) utvikla ein metodikk for registrering og taksering av hjorteskade i gran i hogstklasse III og IV. Åtak av råte etter barkgnag på gran av hjort vart undersøkt av Veiberg og Solheim (2000) i Sunnfjord.

## Granskingar av barkgnag på gran, Fjaler

I unge plantefelt av gran kan hjorten gjera skade ved å beita greinskot og toppskot, og ved å feia gevir. Skotbeiting betyr nok mest i skadesamheng av desse, men det er så langt gjort lite for å kartleggja omfang, og kor stor økonomisk innverknad det kan ha. Det vert vanlegvis vurdert at barkgnag på gran i hogstklasse III og IV er det som betyr mest i skadesamheng.

For å få eit oversyn over skader som har samheng med hjorten si beiting (barkgnag) på gran, kva tilhøve som kan ha innverknad for skadeomfanget og økono-

miske konsekvensar, vart det gjort ein feltstudie i Fjaler kommune i Sogn og Fjordane (Austarheim & Urstad 2006). Det vart taksert 38 granbestand i hogstklasse III og ung IV, etter eit opplegg med forband som sikra eit representativt bilete av heile kommunen.

Skadefrekvensen varierte mykje, både innan bestand og mellom bestand. Skilnadane var store over korte avstandar. I snitt var del skadde tre 24 % (0-85%) for deitakserte bestanda. Skadeomfanget var vanlegvis størst på dei midlare og minste trea med tunn bark, og på tre med lite og liten kvist. Bestand i alderen 30-50 år var mest utsett for skade. Vintergnag vart funne som det vanlegaste, men sommargnag vart også funne. Av dei skadde prøvetrea var 36 % skada i fleire omgangar. Det økonomiske tapet av hjorteskadane vart rekna ut for kvart bestand under visse føresetnader. Tapet vart rekna ut som skilnaden mellom normalproduksjon og verdiproduksjonen med skade av hjort. Tapet oppstår som følge av ei generell utglisning av skogen og ved at tre meter av rotstokken vert nedklassa til massevyrke på dei skadde trea som overlever. Med grunnlag i tidlegare granskingar, vart det berekna ein avgang av skadde tre på 30 % grunna råte, deformasjon, dårlegare leidningsevne, svekka styrke og elastisitet (stammebrot). I nokre bestand vart tapet nokre hundre kroner eller mindre, i andre bestand heilt opp til fire-fem tusen kroner per dekar ved slutthogst. I snitt for dei 38 bestanda var det berekna tapet 2100 kr/daa. Ut frå vurdering av inntekstpostar knytt til hjort, er det berre på bonitet G 14 at dei gjennomsnittlege inntektene frå hjort er større enn utgiftene. Aukande bonitetsklasse er einstyddande med kortare omlaufstid, og dermed større noverdi, noko som gjer at skaden på skogen er meir uheldig di betre boniteten er. For Fjaler kommune som heilskap var det større inntekt frå hjort enn tap for hjorteskadar på skog.

**Tabell 1** Resultat frå registreringar på gran i utplukka bestand i hogstklasse III og IV i Eikås storvald, Jølster. I siste kolonne er stipulert totalt årleg tap til slutthogst for all kulturskog i h.kl III og IV, føresettt skadeomfang som i reg.bestand.

Bestand	Areal daa	Bonitet	Skade %	Alder ved skade, år	Tap ved reg. tidsp. kr/daa	Årleg tap til slutthogst kr/daa år	Verdiprod. etter skade kr/daa år	Totalt årleg tap til slutthogst For reg. skade	Tot. årleg tap
Gard 1	30,0	G 20	25,0	40	419	27,80	156	834,00	4 268,-
Gard 2	5,6	G 17	28,6	30	71	5,60	95	31,50	353,-
Gard 3	13,5	G 20	33,8	30	158	11,10	150	152,00	3 453,-
Gard 4	13,7	G 17	58,2	30	344	27,20	100	372,60	1 793,-
Gard 5	21,5	G 17	60,2	35	390	28,90	90	621,35	2 330,-
Gard 6	9,5	G 20	61,8	40	771	51,10	105	485,45	16 960,-
Eikås storvald						26,60			62 510,-

### Granskingar av barkgnag på gran, Eikås storvald i Jølster

Registreringa i Jølster (Lauvstad *et al.* 2006) vart gjort innanfor eit langt meir avgrensa område enn kva som var tilfelle for granskinga i Fjaler. Samla storleik på heile området, er knapt 20 000 dekar. Området kan ofte om enn ikkje årvisst, ha ein del snø som vert liggjande. Vinteren 1994 var ein slik snøvinter, og då vart det registrert mykje barkgnag på gran av hjort som stod i området. Det er gjort registreringar i seks ulike bestand. I berekningane for Eikås er det rekna med 50 % avgang av skadde tre. Det kan innvendast at dette som eit snitt kan vera noko høgt. At renta er sett til 3,5 % dreg berekningane i motsett veg økonomisk. Det er rekna at bonitet G 17 har omlaufstid 80 år og G 20 har omlaufstid 70 år. Tabell 1 viser mykje av hovudresultata. viktigaste opplysningar er verditap per dekar og år frå skadetidspunkt til slutthogst. Det er også rekna ut kor stor den årlege verditilveksten er for perioden mellom skade og slutthogst. Det er også rekna ut kor stor den årlege verditilveksten er for perioden mellom skade og slutthogst.

### Samanfatting av resultat frå registreringane i Eikås

Sjølv med til dels sterke skader på granskogen, viser undersøkinga at verdiproduksjonen er positiv også etter skade. Samla tap for all granskog i aktuell alder i området er betydeleg. I dei felte som er sterkest skadde tilsvarar verditapet om lag ein tredel av netto verdiproduksjon på skogen. Undersøkinga stadfestar at det skal svært sterke skader før det løner seg å hogga ned ung skadd granskog.

### Økonomisk tap grunna hjorteska- der på ung furuskog

Barkgnag på furu av hjort førekjem berre medan furua er ung, og før ho får skjelbark. I denne feltregistreringa vart ni furufelt på Moskog i Førde og innanfor Eikås storvald i Jølster undersøkt (Austarheim *et al.* 2009). Bonitetane varierte frå F 11 til F 14. I modellane som vart nytta er kulminasjonen ved 124 og 136 år totalalder, og hogst då. Furu er ikkje i same grad som gran utsett for råtesopp i sårfeltet. I snitt for dei ni bestanda var 41 % (18-86 %) av registrerte tre skadde grunna barkgnag. Det vart registrert at sårskaden var så omfattande at 47 % av skadde tre vil utvikla ein deformasjon som fører til nedklassing av rotstokken til massevyrke, og dermed ein vesentleg verdireduksjon. Lønsemda ved drift av slike furuskogsområde er lita, så det gjev grunn til uro når forteneasta til grunneigar vert redusert med 5- 20 % grunna hjorteska- de, og at ein kan frykta auke i skadeomfanget grunna framhaldane barkgnag og underoptimalt tretal.

### Referansar

- Austarheim, Å. & Urstad, H. 2006. Barkgnag av hjort på granskog i Fjaler kommune. Masteroppgave. Institutt for naturforvaltning. Universitetet for Miljø og biovitenskap. 71s.
- Austarheim, Å., Thorvaldsen, P. & Øyen, B.H. 2009. Hjorteska- der på ung furuskog. Vestlandsk Landbruk 96(7/8):12-14.
- Hauge, E. 1987. Skader på skog av hjort i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland. Hovedoppgave ved Insti- tutt for skogskjøtsel. Noregs Landbrukshøgskole, Ås. 57s.
- Lauvstad, H.F, Mo, M. & Øpstad S.L. 2006. Tap grunna hjorte- skadar på gran. Vestlandsk Landbruk 93(10):17-19.
- Veiberg, V. & Pettersen, J. 2000. Registreringar og taksering av borkgnag på gran. Hjorteska- deprosjektet. Rapport 3:1-32.
- Veiberg, V. & Solheim, H. 2000. Råte etter hjorteg- nag på gran i Sunnfjord. Rapport frå skogforskningen 18:1-16.

# Ecofish. Sea lice control utilising reared ballan wrasse (Labridae)

Biological control of sea lice with wrasse is considered an alternative to medicines and can form part of an integrated sea lice management plan. The use of wrasse can also have benefits in organic fish production where there is a limitation on the use of medicines.

Jim Treasurer<sup>1</sup>, Oddvar Ottesen<sup>2</sup>, Richard Fitzgerald<sup>3</sup>, Julie Maguire<sup>4</sup>, Nonna Zhuravleva<sup>5</sup>, Åsbjørn Karlsen<sup>6</sup> and Celine Rebours<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Ardtoe Marine Laboratory, Scotland, <sup>2</sup>Bodø University College, Norway, <sup>3</sup>Carna Marine Laboratory, Martin Ryan Institute, University of Galway, Ireland, <sup>4</sup>Daithi O'Murchu Marine Research Station, Bantry, Ireland, <sup>5</sup>Murman Marine Biological Institute and Murman Technical University, Russia, <sup>6</sup>Bioforsk Nord, Bodø  
celine.rebours@bioforsk.no

While wrasse have been used previously in sea lice control, there have been reservations about fishing the wrasse from wild stocks with possible erosion of local stocks and changes in population structure. There have also been concerns regarding potential diseases that might be transferred to the farmed setting by using wild fish. An EU Northern Periphery Project entitled "Ecofish" has been established to examine the rearing of ballan wrasse *Labrus bergylta* and the application of this species in sea lice control. While other species of wrasse such as corkwing and goldsinny have been reared previously, there has been

no report of rearing success with ballan wrasse. This species has been shown to be a successful cleaner of sea lice in preliminary trials and may be more suitable than smaller wrasse with larger second production year salmon. This poster will present the aims of the organic fish project to establish broodstock populations of ballan wrasse, to develop rearing techniques for ballan wrasse in the hatchery phase, to examine the on-growing of wrasse, to establish good husbandry of wrasse in salmon and cod cages, and to evaluate how effective ballan wrasse are in cleaning lice from both salmon and cod stocks.



# Klimaendringer - erosjon og næringsavrenning fra jordbruksarealer - effekter for drikkevannskvalitet

Med klimaendringer er det forventet bl.a endringer i nedbør og hyppigere forekomster av ekstremvær. Dette vil kunne gi mange utfordringer fremover for kommunene i Norge. Det er satt i gang et prosjekt med fokus på tilpasningsarbeidet i kommunene. Bioforsk sin del av prosjektet fokuserer spesielt på ekstremvær, erosjon og næringsavrenning fra jordbruksområder og mulige tiltak.

Anne-Grete Buseth Blankenberg, Lillian Øygarden, Johannes Deelstra, Nils Otto Kitterød, Hans Olav Eggestad og Atle Hauge  
Bioforsk Jord og miljø, Ås  
agbb@bioforsk.no

## CLIMATE: Adapting to extreme Weather in municipalities: what, how and why”

Prosjektet “CLIMATE: Adapting to extreme Weather in municipalities: what, how and why” er et strategisk instituttprogram (2006-2011) og har fokus på tilpasninger til ekstremvær og klimaendringer i kommunene. Ekstremvær defineres i prosjektet som ekstremvær-hendelse, eller ekstreme hendelser som konsekvens av klimaendring over tid. Prosjektet er et samarbeid mellom instituttene i Miljøalliansen: CICERO NIBR, NIKU, NILU, NINA, NIVA og Bioforsk Jord og miljø. CICERO - Senter for klimaforskning, har koordineringsansvar for prosjektet.

Hovedmålsettingen til prosjektet er å lage et informasjonsgrunnlag for kommunene i deres arbeid med tilpasninger til klimaendringer. Prosjektet har særlig fokus på drikkevann og avløp, kulturminner og naturressurser, men vil også adressere andre spørsmål av relevans i forhold til de utfordringene kommunene står overfor. Prosjektet legger vekt på å kartlegge dagens tilpasningsforvaltning, barrierer og vurdere gode tilpasningsstrategier samt kunnskapsbehov. Å etablere god kommunikasjon mellom forskerne i prosjektet og forvaltere er et siktemål i prosjektet.

Det er opprettet en nettside [www.klimakommune.no](http://www.klimakommune.no) som blant annet inneholder faktaark om problemstillinger og tiltak, case-studier, støtte og veiledning til kommuner og resultater fra forskningsprosjekter med link til artikler og publikasjoner. Nettsiden oppdateres kontinuerlig i prosjektperioden og vil ved prosjektet

slutt omfatte resultater og link til alle resultater prosjektet har ledet frem til.

## Drikkevann og klimaendringer

Bioforsk Jord og miljø har sammen med NIVA ansvaret for temaet drikkevann. Klimaendringer i form av økt årlig middeltemperatur, økt frekvens av kraftig nedbør og vind, samt hyppigere fryse/tine episoder kan gi betydelige utfordringer for drikkevannsforsyningen i norske kommuner. Tiltak, oppgraderinger og investeringer innen kommune- og vannverkssektoren må tilpasses effektene av klimaendringer ved planlegging av en fremtidig drikkevannsforsyning. Følgende faktaark er utarbeidet på temaet drikkevann:

- **Klimaendringer og drikkevann - noen generelle råd**  
Generelle råd til kommuneansatte som jobber med drikkevannsforsyning, oppfølging av vanndirektivet og som skal følge opp vannverk med hensyn på tilpasning til klimaendringer (NIVA og Bioforsk Jord og miljø)
- **Klimaendringer og mikrobiologisk drikkevannskvalitet**  
Klimaendringer øker risikoen for at smittestoffer (sykdomsfremkallende mikroorganismer) blir tilført drikkevannskildene (NIVA)
- **Humus og farge i drikkevannskilder**  
Tidsserier med fargemålinger (fargetall) i mange norske drikkevannskilder viser at fargetallet stiger. Klimatiske forhold kan forklare mye av de observerte fargeøkningene, hvor spesielt nedbør spiller en stor rolle. Fargen skyldes organiske stoffer i vannet. (NIVA)

## Effekter av ekstremvær på avrenning og forurensning fra jordbruksarealer

Bioforsk Jord og miljø sitt arbeidsområde i prosjektet er å studere hvordan ekstremvær vil påvirke erosjon og næringsavrenning fra ulike jordbruksområder og hvordan dette igjen kan påvirke faren for eutrofiering av drikkevannskilder. Klima-scenarier viser at det er ventet hyppigere og mer intensive nedbørmengder både sommerstid og vinterstid. Vintre med flere fryse- og tineperioder og mer nedbør som regn, forsterker problemet med erosjon og næringsavrenning. Store tap av næringsstoffer foregår ofte i episoder etter kraftig regnvær, eller som følge av intens snøsmelting på delvis tint jord. Det er store forskjeller på hvordan ulike jordtyper påvirkes av frysing og tining. Forsøk viser at siltjord, som i utgangspunktet har lav stabilitet og derfor er svært erosjonsutsatt, blir mer påvirket av frysing og tining enn planert og ikke-planert leirjord. Dette bør en ta hensyn til ved valg av jordarbeiding. Jorder med mye finsand- og siltjord kan være risikoarealer for høstkorn med konvensjonell jordarbeiding. Klimaendringene fører også til stor ustabilitet i jordbrukslandskapet, bl.a med hensyn på diffus avrenning, utsklidninger i bekkekanter og graving og erosjon rundt dreasløp, rørtløp i bekk og rundt hydrotekniske anlegg inne på jordene. Økt intensitet på avrenning fra ulike kilder gjør det viktig med hydrologiske vurderinger i landskapet som en helhet. På bakgrunn av geografisk plassering, jordbruksdrift og aktualitet av innsjøer som drikkevannskilder er det valgt ut følgende tre JOVA-felt som case-områder:

- Østlandet: Skuterud i Akershus (korn, åpen åker, erosjon)
- Vest Norge: Time, Skas Hegre på Jæren i Rogaland (gras, husdyr, næringsavrenning)
- Midt-Norge: Hotran i Nord Trøndelag (erosjon, husdyr)

Det er nå tilgjengelig nedskalerte regionale klimascenarier, men det er ennå usikkert hvordan klimaendringer i detalj vil påvirke jordbrukssystemene i de valgte caseområder. I prosjektet studeres konsekvenser av klimaendringer med hensyn på erosjon og avrenning av næringsstoffer i de tre case områdene og overføring til større tilsvarende områder. Det er blant annet gjennomført en statistisk analyse av historiske hydrologiske data fra case områdene (JOVA felt). Analysene besto i å undersøke hvordan endret hydrologi påvirket tap av partikler og næringsavrenning. Det er

gjennomført statistisk metodeutvikling av hydrologiske dataserier fra JOVA programmet og denne metodikken ble brukt sammen med scenarier for forventede endringer i avrenning (NVE) til beregninger av endringer i næringstofftransport for caseområdene. Det er også gjennomført analyser på antall fryse/tine episoder i case områdene - historiske observasjoner og forventede endringer. Foreløpige studier viser at mer nedbør, mer intense nedbørepisoder og ustabile vintre, gir økt overflateerosjon, særlig fra jorder uten plantedekke. Det er foreløpig utarbeidet følgende faktaark som beskriver løsninger som reduserer tapet av jord og næringsstoffer til drikkevannskilder.

### • Miljøtilpasset jordarbeiding

Miljøtilpasset jordarbeiding vil redusere tapet av jord og næringsstoffer og kan være mindre tid og energikrevende enn konvensjonell jordarbeiding. (Bioforsk Jord og miljø)

### • Vegetasjonssoner

Vegetasjonssoner er effektive filtre for overflateavrenning fra jordbruksjord. Vegetasjonssoner reduserer dermed tapet av jord og næringsstoffer til resipienten (Bioforsk Jord og miljø)

### • Fangdammer

Fangdammer er effektive oppsamlere av jord og næringsstoffer fra jordbruksavrenning. Fangdammer kan dermed redusere transport av jordpartikler, næringsstoffer og plantevernmidler videre nedover vassdraget (Bioforsk Jord og miljø)

### • Kumdammer

Kumdammer er enkle små fangdammer/sedimentasjonskammer rundt overflatekummer. Kumdammerne sedimenterer jordpartikler med partikkelbundede næringsstoffer og pesticider og reduserer dermed jord-, næringsstoffer- og pesticidtransport ut i vassdraget

På Bioforsk-konferansen 2010 presenteres flere delprosjekter fra prosjektet. Se egne postere:

- Klimaendringer- konsekvenser for de hydrotekniske systemene i landbruket (A. Hauge).
- Extreme events and hydrological characteristics in agricultural catchments (J. Deelstra *et al.*)



# Extreme events and hydrological characteristics in agricultural catchments

An analysis of discharge from agricultural catchments in Norway, Estonia and Latvia showed that information on extreme events can be lost when considering average daily discharge values. This might have serious implications for design purposes as well as for analysing nutrient - and soil loss processes. Inclusion of higher time resolution is proposed.

Johannes Deelstra<sup>1</sup>, Hans Olav Eggestad<sup>1</sup>, Arvo Iital<sup>2</sup>, Viesturs Jansons<sup>3</sup> og Line J. Barkved<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk - Soil and Environment Division, <sup>2</sup>Tallinn University of Technology, Estonia, <sup>3</sup>Latvia University of Agriculture, Jelgava, <sup>4</sup>Niva - Norwegian Institute for Water Research, Norway  
johannes.deelstra@bioforsk.no

## Introduction

All catchments except Høgfoss and Lena are part of National Agricultural Environmental Monitoring Programmes. The share of arable land varies from 19 (Høgfoss) to 77% (Räpu), the rest being mainly forest, bog and urban areas. The long-term mean annual temperature varies from 3.6 - 6.1°C in Kolstad and Mellupite respectively, while the long term annual precipitation varies from 585-829 mm in Kolstad and Høgfoss. The Norwegian catchments have the largest differences in elevation. The arable soils in the Norwegian catchments are dominated by silt clay/loam and sandy soils while in Estonia and Latvia sandy to silt clay loam soils dominate. In Norway the arable soils have a drain spacing of 8 m while this is 20 m in Estonia and Latvia.

## Runoff generation

Runoff generation in agriculture dominated catchments occurs mainly after the growing season,

confined to periods with rainfall and/or snowmelt. Except for Høgfoss, Lena, Räpu and Rägina it takes considerably less than half a year to drain 90% of the yearly runoff, while for Mørdre, Mellupite, Skuterud and Kolstad it takes less than one month to discharge 50% (table 1). The time to drain nutrients and soil particles is closely linked to runoff generation (Deelstra *et al.* 2007).

## Coefficient of variation, skewness

The highest values for CV and skewness were found for the Mellupite, Kolstad, Mørdre and Skuterud catchment, indicating a large variation in the yearly discharge, being extremely outlier-prone (table 1). The same catchments have a considerable diurnal variation in discharge, shown by the increase in CV and skewness when based on hourly values.

## Specific discharge

There is a large variation in specific discharge

Table 1. Specific discharge (spec. disch.), coefficient of variation (CV), skewness, discharge time (disch. time) and flashiness index (FI) using hourly (hr) and average daily discharge values (day)

catchment	size ha	spec. disch <sup>1</sup>		CV		skewness		disch. time <sup>2</sup> days	FI	
		day	hr	day	hr	day	hr		day	hr
Räpu	2550	0.6	0.7	133	135	3	3	51/179	0.17	0.30
Rägina	2130	0.4	0.5	121	122	2	2	54/180	0.18	0.30
Mellupite	964	1.0	1.2	182	188	3	4	29/140	0.37	0.67
Skuterud	450	2.9	5.7	209	239	5	6	28/141	0.57	1.83
Mørdre	680	1.7	2.8	222	245	4	5	24/138	0.54	1.56
Kolstad	308	1.4	2.4	182	195	4	5	31/138	0.29	0.94
Høgfoss	29500	1.3	1.5	123	125	3	3	52/194	0.24	0.39
Lena	18100	1.3	1.5	120	123	3	3	38/174	0.24	0.47

<sup>1</sup>l/s ha; <sup>2</sup>number of days to discharge 50/90% of yearly runoff

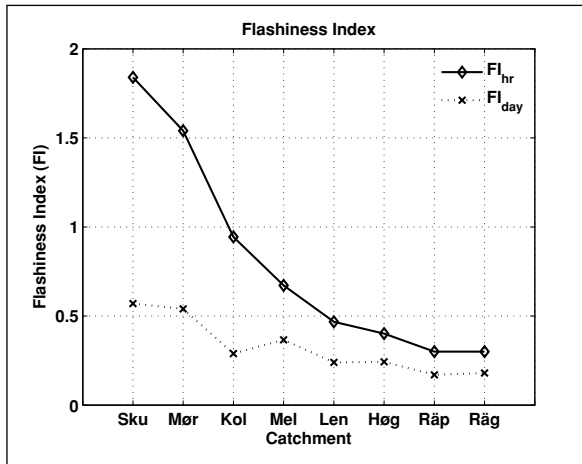


Figure 1. Flashiness index calculated using hourly (FI<sub>hr</sub>) and average daily discharge values (FI<sub>day</sub>).

between catchments. The Kolstad, Skuterud and Mørdre catchments show in addition a significant increase in the specific discharge when calculated on hourly discharge values, indicating large diurnal variations in discharge.

### Flashiness index

Flashiness, or rate of change in discharge, refers to how quickly discharge changes from one condition to another. Baker *et al.* (2004) developed a flashiness index (FI) to quantify these changes. The Mørdre, Skuterud, Kolstad and Mellupite have the highest FI (figure 1, table 1).

The Estonian catchments have the lowest FI and have approximately the same FI as Høgfoss and Lena which are much larger in size. A significant increase in the FI is observed when calculated on hourly basis, almost by a factor for the Mørdre, Skuterud and Kolstad catchments, indicating large diurnal variation. The magnitude of the diurnal variation in discharge is important when considering nutrient loss processes (Deelstra & Itäl 2008).

### Summary

Climate change will lead to milder and shorter winters with more freeze/thaw cycles (Deelstra *et al.* 2008) affecting the aggregate stability and shear strength of the soil making it more susceptible for erosion. Also an increase in the amount and intensity of precipitation is expected, especially for the period after the growing season which will lead to an increase in the runoff. It is important to obtain knowledge on how the increased runoff will be distributed

between surface- subsurface and groundwater runoff. The analysis showed that significant differences in hydrological characteristics exist between catchments which can be attributed to scale, the share of agricultural land, soil type, topography and presence and intensity of subsurface drainage (Deelstra *et al.* 2007). It is also shown that large differences in characteristics exist for individual, smaller catchments, when using a higher time resolution as compared to average daily discharge values. This indicates large diurnal variations and extreme events as compared to the larger catchments. Therefore high resolution data have to be considered, especially when analysing the effect of flow processes on nutrient and soil loss processes. Also with respect to the design of hydrotechnical implementations in agricultural catchments, such as surface and lateral subsurface drainage systems and provisions for the intake of surface runoff to reduce soil loss, it is important to take high resolution data into consideration to obtain information about the real extreme values. The results are obtained as part of the SIP; Adapting to Extreme Weather in Municipalities: What, How and Why? 2006 - 2011

### References

- Baker, D. B., Richards, R. P., Timothy, T. Loftus, T. T. & Kramer, J. W. 2004. A new flashiness index: characteristics and applications to midwestern rivers and streams. *JAWRA* 40:503-522.
- Deelstra, J., Eggestad, H. O., Itäl, A. & Jansons, V. 2007. A hydrological characterisation of catchments. *Bioforsk report*. 2(53).
- Deelstra, J. & Itäl, A. 2008. The use of the flashiness index as a possible indicator for nutrient loss prediction in agricultural catchments. *Boreal Env. Res.* 13, 09-221.
- Deelstra, J., Eggestad, H.O., Kitterød, N.O. & Blankenberg, A-G.B. 2008. Climate change, erosion and nutrient loss from agricultural dominated catchments in southeastern Norway. In: *Proceedings Symposium on Climate Change and variability - Agro meteorological Monitoring and Coping Strategies* (ed. by J. Netland). Book of abstracts. *Bioforsk FOKUS* 3(8):p21.

# Klimaendringer- konsekvenser for de hydrotekniske systemene i landbruket

Landbruksarealene i Norge er gjennomvevd av dreneringssystemer som kanaler, lukningsanlegg og dreneringsledninger. De fleste hydrotekniske anlegg er dimensjonert etter klimaforholdene før 1980. Endring i nedbørforholdene vil kunne få særlig stor betydning for utforming og dimensjonering av hydrotekniske systemer.

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

## Hvilken betydning har klimaendringene for det hydrotekniske systemet?

I det strategiske instituttprogrammet: Adapting to Extreme Weather in Municipalities: What, How and Why? (Climate) 2006 - 2011, studerer Bioforsk hvordan endret klima vil virke inn på avrenning og transport av forurensninger fra jordbruksarealer. Kontroll med vannets transportveier bl.a gjennom hydrotekniske systemer er viktig for å redusere forurensing. Samtidig vil endrete nedbør- og avrenningsforhold ha stor betydning for dimensjoneringskriterier og utforming av slike anlegg. Regionale klimamodeller gir nå grunnlag for å kunne gjøre scenariebetraktninger av hvordan et endret klima vil kunne få betydning for hydrotekniske systemer i framtiden. Posteren gir en oversikt over de viktigste endringer i klimaet i Norge som vil ha betydning for de hydrotekniske systemene i landbruket:

### Mer totalnedbør

Klimamodellene forutsier en økning av midlere nedbør i 2020-2100 på over 10 prosent i vinterhalvåret sammenlignet med perioden 1961-1990, og spesielt mye i nord og vest.

### Forsommertørke

Om sommeren øker temperaturen mens nedbøren avtar på Sør- og Østlandet. Det kan bli flere episoder med tørke i vekstsesongen i Østlandsområdet.

### Høyere nedbørintensitet

I tillegg til høyere totalnedbør, blir det flere hendelser med store nedbørmengder. Endringene i slike ekstremperioder er større enn endringene i årlig totalnedbør, f.eks blir det betydelig flere dager med

over 20 mm nedbør pr år, særlig på Vestlandet, men også i andre landsdeler. I små nedbørfelt vil høy nedbørintensitet få ekstra stor betydning, fordi et kraftig regnskyll kan dekke hele nedbørfeltet. Flomtoppene kan dermed bli svært store i forhold til normal årsavrenning. Store nedbørmengder over kort tid gir risiko for erosjon, og vil være bestemmende for dimensjoneringen av lukka ledninger og kanaler for å unngå flom og skader.

### Kortere sesong med snødekke - Lengre perioder med frysing og tining

I perioder med snødekke er jorda lite utsatt for frysing/tining og overflateerosjon. Manglende snødekke kan gi barfrost og telelag, med påfølgende regneepisoder. Når jorda er delvis frosset kan en få kraftig overflateavrenning og store skader. Perioder som veksler mellom frost og tining kan skade rørsystemer, kummer og rørtløp, og slike skader øker når antallet vekslinger mellom tele og tining øker.

### Mindre samlet snøsmelting

Snøsmeltingsflommen er mye viktigere i større elver som mottar smeltevann fra fjell og utmark enn i landbrukets hydrotekniske systemer. Men det er likevel stor forskjell på om snøsmeltingen skjer sakte i sol og mildvær, eller om den skjer på grunn av kraftig regn og vind. Med mildere og våtere vintre, kan en få flere snøsmeltingsepisoder av denne typen.

## Hvilke utfordringer gir dette til framtidens hydrotekniske systemer?

### Endrete dimensjoneringskriterier for lukninger og dreneringstiltak

I dag er det tre hovedformer for drenering: Lukka

drensrørter, åpne kanaler eller profilering av overflata. Ved mer nedbør vil det bli nødvendig å øke dimensjonene på samlegrøftene, for å sikre bortledningskapasiteten. Lukka drensrørter har vanligvis høy nok kapasitet til å føre vekk vannet selv om totalnedbøren øker. Det er mer aktuelt å minske grøfteavstanden ved høyere totalnedbør enn å dimensjonere opp sugegrøftene, fordi transporten av vann gjennom jorda kan være minimumsfaktoren for virkningen av dreneringen. Men grøfter som får direkte tilførsel av overflatevann gjennom kummer, grusfiltre eller andre overflateinnløp vil kunne få betraktelig høyere vanntilførsel. Et godt filtermateriale rundt grøftene som sikrer god tilførsel til grøfta vil være viktigere enn før.

Økt nedbør og høyere nedbørintensitet kan få særlig stor betydning for lukningsanlegg. Disse er ofte lavt dimensjonert på grunn av prisen på større rørdimensjoner.

#### Økt behov for bruk av overflateprofilering

På myrjord og jord med dårlig permeabilitet i nedbørrike strøk, eller i områder der telen sitter svært lenge, er det aktuelt å profilere overflata slik at overflateavrenningen lettes. Systematiske teiger med helning mot åpne kanaler er mest vanlig. Denne løsningen kan bli enda mer aktuell i nedbørrike strøk på Vestlandet og i Nord-Norge.

#### Mer intensiv grøfting

Behovet for intensiv grøfting vil øke. Dårlig dreneringstilstand fører til dårlig bæreevne, og det er ofte de driftsmessige behov som utløser grøftingen. Det gir sein våronn, ulagelige og våte forhold, vanskelige innhøstingsforhold, og jord kan bli stående uhøstet. Det blir driftsavbrudd, store kjøreskader og behov for investeringer i maskinelt utstyr for å kunne håndtere en dårlig dreneringstilstand.

Avlingen påvirkes også av dreneringstilstand. Jord kan være for dårlig drenert ut fra plantenes behov, selv om det er mulig å drive arealet med den maskinparken en har. En god rotutvikling er en betingelse for en stor avling.

Dårlig drenert jord er mer utsatt for vinterskader på eng, ved at vann blir stående på overflata i mildværsperioder om vinteren og i forbindelse med avsmeltningen. En får isbrann og drukning av enga.

#### Økt behov for erosjonssikring

Det hydrotekniske anlegget kan forårsake erosjon dersom det ikke er riktig dimensjonert eller utformet. De ekstreme flommene har hovedansvaret for erosjon da store mengder masse kan føres bort på kort tid. Skadekostnadene kan bli store dersom tekniske anlegg som veier, hus og kjellere blir ødelagt på grunn av underdimensjonering eller manglende erosjonssikring. De hydrotekniske systemene kan også bli skadet av flom, punkterosjon, tilslamming og fryse-/tine-skader.

#### Økt forurensing på grunn av økt avrenning og erosjon

Problemene med vannkvaliteten i ferskvann i Norge er i hovedsak knyttet til avrenning av partikler og fosfor. De hydrotekniske anleggene påvirker i stor grad mengden av fosfor og partikler som når vassdragene i landbruksområdene. Dersom det blir økt avrenning om høsten og vinteren vil det også øke risikoen for økte næringsstofftap. Dette vil sette krav både til velfungerende hydrotekniske systemer, endret jordarbeiding og behov for andre rensetiltak i landskapet.

#### Vanningsbehov

Selv om årsnedbøren kommer til å øke, kan det bli sterkere tørkeperioder og behovet for vanningsanlegg vil øke.

#### Hvilke utfordringer gir dette til forskning og forvaltning?

Det har foregått lite nyutvikling og forskning innen hydroteknikk i Norge etter 1985. På dette tidspunktet var klimaendringene nærmest ukjent, og det er ikke tatt hensyn til endret klima i dimensjoneringskriterier, dreneringsintensitet og utforming av systemene. I tillegg er det blitt et større fokus i vannforvaltningen på forurensing, flomdemping, naturvern og biologisk mangfold. Dette betyr at det er behov for å ta opp til revisjon de rådene som gis, både praktisk og økonomisk.

# Biodiesel fra norske jordbruksvekster

Myndighetene innførte i 2009 et omsetningskrav for biodrivstoff, og planlegger å øke andelen biodrivstoff mot 2020. Det innebærer en økt etterspørsel etter biodrivstoff fra ca 250 mill. liter til ca 580 mill. liter i 2020. Biodiesel basert på norske oljevekster kan potensielt dekke 10 % av etterspørselen i 2011 og 2020.

Lars Løken Granlund<sup>1</sup>, Ragnar Eltun<sup>2</sup>, Erik Eid Hohle<sup>1</sup>, Lars Nesheim<sup>3</sup>, Wendy Waalen<sup>2</sup> og Mauritz Åssveen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Energigården - Senter for Bioenergi, <sup>2</sup>Bioforsk Øst, <sup>3</sup>Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar  
lars.granlund@energigarden.no

I prosjektet "Muligheter for norsk produksjon av biodiesel fra jordbruksvekster", som er finansiert fra Norges Forskningsråd, Forskningsmidler over jordbruksavtalen, Habiol AS, Bioforsk og Energigården AS, har en kartlagt muligheten for norsk produksjon av biodiesel med basis i norske jordbruksvekster.

## Markedet for biodiesel frem mot 2020

Transportomfanget øker i takt med den økonomiske utviklingen, sammen med dette har salget av drivstoff økt med 1,5-3 % hvert år siden 2003. Bare i 2008 ble det omsatt 4,1 milliarder liter bensin og diesel til bruk på norske veier, og volumet vil øke til i overkant av 5 milliarder liter innen 2020 hvis forbruksutviklingen fortsetter som i dag. Ved forbrenning av dette volumet frigjøres ca 12,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>, eller om lag 20-30 % av de norske CO<sub>2</sub>-utslippene. Reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp i den mobile sektoren er krevende, men biodrivstoff kan være et mulig tiltak både på kort og lang sikt for å få redusert utslippsomfanget.

Bruken av biodrivstoff i Norge er i dag økende, men bruken er likevel beskjeden sammenlignet med i Sverige og flere andre europeiske land. Omsetningen av bioetanol utgjør bare noen få promille av det totale drivstoffsalg, mens salget av biodiesel, som har en lav teknologisk terskel for markedsintroduksjon<sup>1</sup>, steg

kraftig i 2008, og kom samlet sett opp i ca 104 millioner liter. Dette er et resultat av at myndighetene i 2009 innførte det varslede omsetningskravet på 2,5 % biodrivstoff. Samtidig legges det opp til en økning til 5 % i 2011 (Miljøverndepartementet). EUs fornybar direktiv går lenger og pålegger alle medlemsland 10 energiprosent<sup>2</sup> biodrivstoff innen 2020. Figur 1 illustrerer en estimert utvikling i biodrivstoffetterspørselen i Norge ved to ulike omsetningsscenarioer: en med lav omsetningsplikt og en med høy<sup>3</sup>.

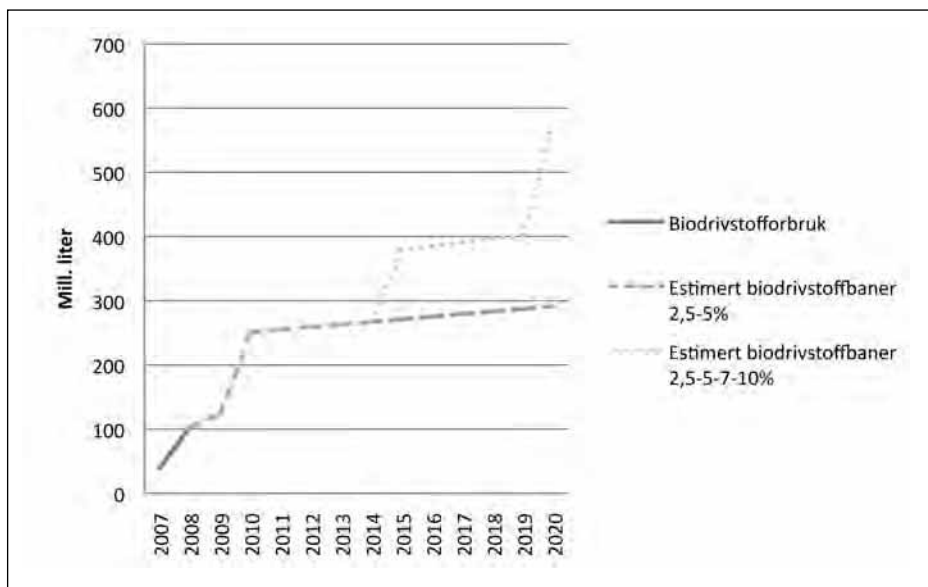
## Norsk råstoff til biodiesel produksjon

I et industrielt perspektiv er det i dag bare lønnsomt å benytte oljevekster som råstoff til biodiesel produksjon. Syntetisk biodiesel basert på cellulose fra skogen og halm på jordet kan bli lønnsomt innen 2020. Dagens areal av oljevekster utgjør 48 300 daa, men det totale arealet varierer og var senest i 2002 på 110 000 daa. Oljevekstene produseres i hovedsak rundt Oslofjorden der vekstforholdene er best. I følge Abrahamson *et al.* (2005), er det et potensial for å øke arealet av oljevekster i Norge til 450 000 daa, spesielt i områder rundt Oslofjorden og Mjøsa. Et mer realistisk estimat er 260 000 daa.

De mest vanlige oljevekstene i Norge er vårraps og vårrybs, men fordi de har større avlingspotensial er det økende interesse for høstoljevekster. Under våre forhold kan det være vanskelig å få sådd høstoljevekstene tidlig nok om høsten og overvintringsskader er et vanlig problem. Dyrkingen er derfor mer risikofylt. I 2008 utgjorde høstoljevekstene mindre enn 1 % av det totale oljevekstareale. Tabell 1 viser forventet potensielt areal, gjennomsnittlig frø- og oljeavling fra oljevekster under norske forhold basert på resultater fra sortsprøvingen (Åssveen & Tangsveen 2005, Åssveen & Lundon 2008) og Biodiesel prosjektet (Eltun *et al.* 2010).

Tabell 1. Potensielt areal og produksjonsvolum for oljevekster dyrket i Norge

Vekst	Areal daa	Frøavling kg/daa	Olje % v/ pressing	Biodiesel 1000 kg
Vårrybs	120 000	210	34	8 568
Vårraps	120 000	238	37	10 567
Høstrybs	5 000	286	34	486
Høstraps	15 000	407	37	2 258
Sum	260 000			21 880



Figur 1. Fremskrivning av biodrivstoffetterspørselen 2010-2020.

Det norske jordbruket kan øke oljevekstproduksjonen på to måter: økt produksjonsareal og/eller økt produksjon pr. areal. I tabell 1 er det vist at dyrking av oljefrø i Norge kan utløse olje tilsvarende 24,3 millioner liter biodiesel<sup>4</sup>. Med dagens omsetningsplikt på 2,5 % tilsvarer dette ca 20 % av omsetningspåbudet, mens det ved en økning til 10 % i 2020 kun dekker 4 %. Produksjon av raps har vist bedre økonomi enn produksjon av rypps. Teoretisk kan det tenkes at på de arealene hvor det i dag dyrkes rypps, eller hvor det potensielt vil kunne dyrkes rypps, vil det på lengre sikt kun bli dyrket raps. Økt areal og økt avling<sup>5</sup> vil potensielt kunne utløse 56 millioner liter biodiesel, tilsvarende ca 10 % av forbruket i 2020.

I tillegg til dette kommer potensialet for biodieselproduksjon fra halm. På kortsikt er det beregnet en høstbar produksjon på 420 000 tonn halm. Med en energiutnyttelse på 40 % kan det produseres 670 GWh biodiesel eller ca 12 % av biodrivstoffmarkedet i 2020.

Produksjon av biodiesel med basis i norsk produksjon av oljevekster vil potensielt kunne dekke 10 % av

etterspørselen i 2011 og 2020. Bli produksjon av biodiesel fra halm kommersielt tilgjengelig vil biodieselproduksjonen fra norske jordbruksråvarer kunne økes med ytterligere 12 % i 2020. De resterende volumene av biodrivstoff må enten produseres av andre råvarer eller importeres i form av råvarer eller ferdig foredlet biodrivstoff.

### Referanser

- Abrahamsen, U., Åssveen, M., Uhlen, A. K. & Olberg, E. 2005. I Husdyrforsøksmøtet 2005 (E.K. Kaurstad, Red.). ISBN: 82-7479-018-9. s 367-370.
- Abrahamsen, U., Åssveen, M. & Lundon, A.R. 2009. Sortsforøk i vårraps. Bioforsk FOKUS 4 (1):152-154.
- Eltun, R., Bakkegard, M., Waalen, W., Bjerke O. & Gaardløs, T. 2010. Dyrkingsteknikk for haustoljevekstar - såtid, såmengde og såmåte. Bioforsk FOKUS 5(1):157-173.
- Miljøverndepartementet (2009) <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/presesenter/pressemeldinger/2009/kravom-25-1t>
- Åssveen, M. & Tangsveen, J. 2008. Sortsforøk i vår- og høst-raps. Bioforsk FOKUS 3(1):92-93.

1 Biodiesel kan benyttes i lav- eller høyinnblandinger i vanlige kjøretøy uten store forandringer eller justeringer av motoren.

2 Må skilles mellom volumprosent og energiprosent da biodrivstoff, diesel og bensin har ulikt energiinnhold. Omsetningspåbudet i Norge oppgis i volumprosent. Til eksempel 7 volumprosent biodrivstoff tilsvarer ca 5,75 energiprosent biodrivstoff.

3 Det antas at prisen på biodrivstoff er høyere enn prisen på konvensjonelt drivstoff, dvs. at uten omsetningsplikt vil volumet av biodrivstoff være ubetydelig.

4 Egenvekt biodiesel 860-900 kg/m<sup>3</sup>

5 Økt utbytteprosent av olje til 40 %. Vårraps på 85 % og høst-raps på 15 % av arealet. 10 % økt avling.

# Presisjonsjordbruk: fleksksprøyting av frøugras i korn

Ved å bare sprøyte de deler av åkeren som er over skadeterskelen, forventes redusert forbruk av ugrasmiddel. For å realisere slik fleksksprøyting trengs automatisk ugraskartlegging og tilhørende skadeterskler. Her rapporteres resultat av fleksksprøyting mot frøugras i korn basert på automatisk bildeanalyse.

Therese With Berge<sup>1</sup>, Steve Goldberg<sup>3</sup>, Kristin Kaspersen<sup>2</sup>, Jan Netland<sup>1</sup>, Øyvind Overskeid<sup>3</sup> og Trygve Stølan<sup>4</sup>

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

For operativ fleksksprøyting kreves automatisk ugraskartlegging og tilhørende skadeterskler. Hensikten med denne studien var å evaluere Weed\_class.exe (Kaspersen *et al.* 2010), et bildeanalyseprogram utviklet av SINTEF IKT og Adigo AS i prosjektet "Automatisk ugrasdeteksjon for presisjonsprøyting i korn (Weedcer)", gjennom praktisk fleksksprøyting.

## Material og metoder

Tre "kartbaserte" (bildeopptak og sprøyting i to operasjoner) og tre "sanntidsbaserte" (bildeopptak og sprøyting i én operasjon) fleksksprøytingsforsøk ble utført hos dyrkere i 2009 (tabell 1). Ved normalt sprøytetidspunkt om våren ble bilder som dekker ca. 0,06 m<sup>2</sup> av bakken tatt med et RGB kamera montert på en robot (figur 1). Bilder og GPS posisjoner ble registrert hver 0,5 til 1,0 m i sårretningen og 3,0 til 3,5 m på tvers.

Den testa (foreløpige) versjonen av Weed\_class.exe kan estimere relativ total ugrasdekning (RTD) og relativ balderbrådekning (RBD). RTD er andel av bildet dekket av ugras dividert med andel dekket av både ugras og korn. RBD er andel av bildet dekket

av balderbrå dividert med andel dekket av ugras og korn. Ugrasmiddel og dose ble bestemt av dyrkerne. Terskelverdiene som i utgangspunktet ble testet ble valgt ut fra en rask visuell inspeksjon i felt.

I de kartbaserte forsøkene ble terskel for sprøyting (Hussar OD) basert på gjennomsnittlig RTD eller RBD per sprøyterute. Sprøyterutene var 12 m × 12,5 m og sprøyting ble utført av dyrkeren med egen åkersprøyte. I disse feltene søkte vi å bestemme biologisk skadeterskel (BS), dvs. den ugrasmengde estimert med Weed\_class.exe som ikke ga forskjell i gjennomsnittlig avling mellom sprøyta og usprøyta ruter.

Sanntidsforsøkene ble gjort med roboten påmontert en 7 dysers bom, dvs. sprøytebredde 3,5 m (Figur 1). Roboten kjørte 1,8 km/t (se video på [www.bioforsk.no/weedcer](http://www.bioforsk.no/weedcer)). Sprøyta ruter var 3,5 m × 3,0 m og usprøyta ruter 3,5 m × 0,5 m. I disse forsøkene var terskel for sprøyting (Express) basert på et vektet glidende gjennomsnitt (VGG) av RTD per bilde. Verdien VGG RTD = 0,042 ble testet. I disse forsøkene undersøkte vi om fleksksprøyting ga forskjellig avling i forhold til ordinær breisprøyting.



Figur 1. Eksempel på bilde analysert med Weed\_class.exe; detekterte ugras er markert hvite. I midten: Fleksksprøyting i sanntid med robot utstyrt med kamera, GPS, PC, tank, og sprøytebom. Til høyre: Sprøytekart for felt nr. 6.

Tabell 1. Oversikt over feltforsøkene i 2009. K = kartbasert, S = sanntidsbasert

Felt	Kornart	Lokalitet	Bildeopptak	Sprøyting	
1	K	Høsthvete	Jarlsberg Hovedgård (Tønsberg)	23. april	27. april
2	K	Høsthvete	Søndre Holstad (Ås)	12. mai	13. mai
3	K	Bygg	Søndre Holstad (Ås)	25. mai	30. mai
4	S	Bygg	Hvarstad (Heradsbygd)	8. juni	8. juni
5	S	Hvete	Engen (Heradsbygd)	8. juni	8. juni
6	S	Bygg	Hagan (Heradsbygd)	8. juni	8. juni

Tabell 2. Resultat ved kartbasert flekksprøyting. Ugrasmengde er gjennomsnittstall

Felt	Beslutningsvariabel	Biologisk skadeterskel (BS)	Ugrasmiddelreduksjon (%)	Ugrastetthet i juli (planter m <sup>-2</sup> )		Total ugrasdekning i stubb (%)	
				Usprøyta	Sprøyta	Usprøyta	Sprøyta
1 Høsthvete <sup>a</sup>	RTD	(<0,037)	-	(1,0)	(0,8)	(8,3*)	(3,6*)
	RBD	(<0,015)	-	(1,0)	(0,8)	(7,9*)	(3,6*)
2 Høsthvete	RTD	0,027	27	3,6*	0,1*	14,5*	7,7*
	RBD	0,0065	18	6,3	0,1	15,5*	7,2*
3 Bygg	RTD	0,057	43	4,6*	0,1*	13,1	9,0

<sup>a</sup>) Kun balderbrå og kamilleblom registrert i juli. Ugrasmengde i juli og i stubb gjelder for RTD = 0,037 og RBD = 0,015. \*) Signifikant forskjell (t-test, P-verdi ≤ 0,003)

Tabell 3. Resultat i sanntidsforsøkene

Felt	VGG RTD	Ugrasmiddelreduksjon (%)	Gjennomsnittlig total ugrastetthet før høsting (planter m <sup>-2</sup> )	
			Flekksprøyting	Breisprøyting
4 Bygg	0,042	22	8,1*	13,6*
5 Hvete	0,042	85	32,1*	8,9*
6 Bygg	0,042	97	5,1	5,5

<sup>a</sup>) Signifikant forskjell (t-test, P-verdi ≤ 0,0001)

## Resultater og diskusjon

I felt nr. 1 var det avlingsforskjell mellom sprøyta og usprøyta ruter uansett terskelverdi og BS kunne dermed ikke estimeres. Konklusjonen for dette forsøket var at BS basert på RTD eller RBD må ligge under hhv. 0,037 og 0,015 (tabell 2). I felt nr. 2 fant vi at BS basert på RTD og RBD var hhv. 0,027 og 0,0065. I felt nr. 3 ble RTD-basert BS estimert til 0,057.

Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig avlingsnivå mellom flekksprøyta og breisprøyta ruter i sanntidsforsøkene. I byggfeltene (felt nr. 4 og 6) var ugrastettheten like før høsting ved flekksprøyting enten lik eller lavere enn ugrastettheten ved breisprøyting (tabell 3). For hvete-forsøket (felt nr. 5) var ugrastettheten ca. 3 ganger høyere ved flekksprøyting enn ved breisprøyting. Dette indikerer at terskel for hvete bør ligge lavere enn for bygg.

## Konklusjon

I dette praktiske flekksprøytingsforsøket basert på au-

tomatisk bildeanalyse (Weed\_class.exe) ble en betydelig reduksjon i ugrasmiddelforbruk uten avlingstap demonstrert. De estimerte skadetersklene per felt var generelt i overensstemmelse med hverandre, og stemmer dessuten med etablert kunnskap om at hvete er mindre konkurransesterk enn bygg, og dermed at skadeterskelen for hvete er lavere enn for bygg. De estimerte skadetersklene må testes ytterligere gjennom feltforsøk. Hvis Weed\_class.exe kan gjenkjenne problematiske ugrasarter som f.eks. klangemaure, vil det være en stor fordel.

## Takk

Økonomisk støtte er gitt av Norges Forskningsråd. For hjelp under feltarbeid og godt samarbeid takkes: E. Samnøy (Jarlsberg Hovedgård), Vestfold Forsøksring, T. Wold (S. Holstad Gård), K. Wærnhus og E. Paulsrud (Bioforsk Plantehelse), T. I. Bronken (Heradsing AS), J. C. Løken (Hvarstad Gård), K. Hansen (Adigo AS) og Hedmark Landbruksrådgiving.



# Hvordan overlever snømuggsoppen *Microdochium nivale* på golfbaner gjennom sommeren?

Rosa snømugg, som forårsakes av *Microdochium nivale*, er den viktigste grassjukdommen på golfbaner i nordiske land. Hos oss er soppen mest kjent som årsak til vinterskade, men i andre land kan den være et stort problem i vekstsesongen. Den kalles da Fusarium patch eller Microdochium patch. I dette prosjektet har vi studert hvordan soppen overlever fra vår til høst.

Anne Marte Tronsmo<sup>1</sup> og Ingerd Skow Hofgaard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitetet for miljø og biovitenskap, Institutt for plante- og miljøvitenskap, <sup>2</sup> Bioforsk Plantehelse  
anne-marte.tronsmo@umb.no

## Bakgrunn

*Microdochium nivale* er en plantepatogen sopp som kan vokse ved lave temperaturer. Den er den vanligste årsak til biotiske vinterskader på gras i tempererte og sub-arktisk klima, både med og uten snødekke (Tronsmo *et al.* 2001, Mann & Newell 2005). Dette er en opportunistisk plantepatogen sopp, med evne til å angripe vertplanter under et bredt spekter av klimaforhold. På golfbaner kan soppen også gjøre betydelig skade i løpet av vekstsesongen. Sjukdommen kalles da Fusarium patch eller Microdochium patch. Det kan være mulig at ulike stammer av soppen opptrer om vinteren og om sommeren.

Det er påvist stor variasjon mellom ulike soppisolater i både aggressivitet og preferanser for vertplantearter innen grasfamilien (Hofgaard *et al.* 2006). Disse egenskapene samt konkurranse mellom ulike isolater av soppen kan være temperaturavhengig.

Det er dokumentert at soppen spres med infisert frø (McBeath *et al.* 1993) samt fra infiserte planter og planterester (Domsch *et al.* 1980). Ved siden av spredning med kontaminert frø, er det ikke avklart om den primære smitekilden er sekssporer som spres med vind eller konidier (vegetative sporer) som dannes fra inokulum (mycel) i jord og planterester. En kanadisk undersøkelse viser at vindbårne sekssporer kan være den primære smitekilden (Mahuku 1998), men i Norge har vi knapt funnet soppens peritesier (fruktlegemer) på gras.

Målsettinga for arbeidet som presenteres her var å få

bedre innsikt i hva som er den primære smitekilden for vinterskader som er forårsaket av *M. nivale*; hvordan inokulum av soppen overlever fra vår til høst og fra år til år og hvordan klimaforhold påvirker smitekilden. Tre golfbaner deltok i studiene. Skade på golfgreener og symptomer på plantene ble registrert og symptomene på de utvalgte og markerte områdene ble dokumentert ved fotografering.

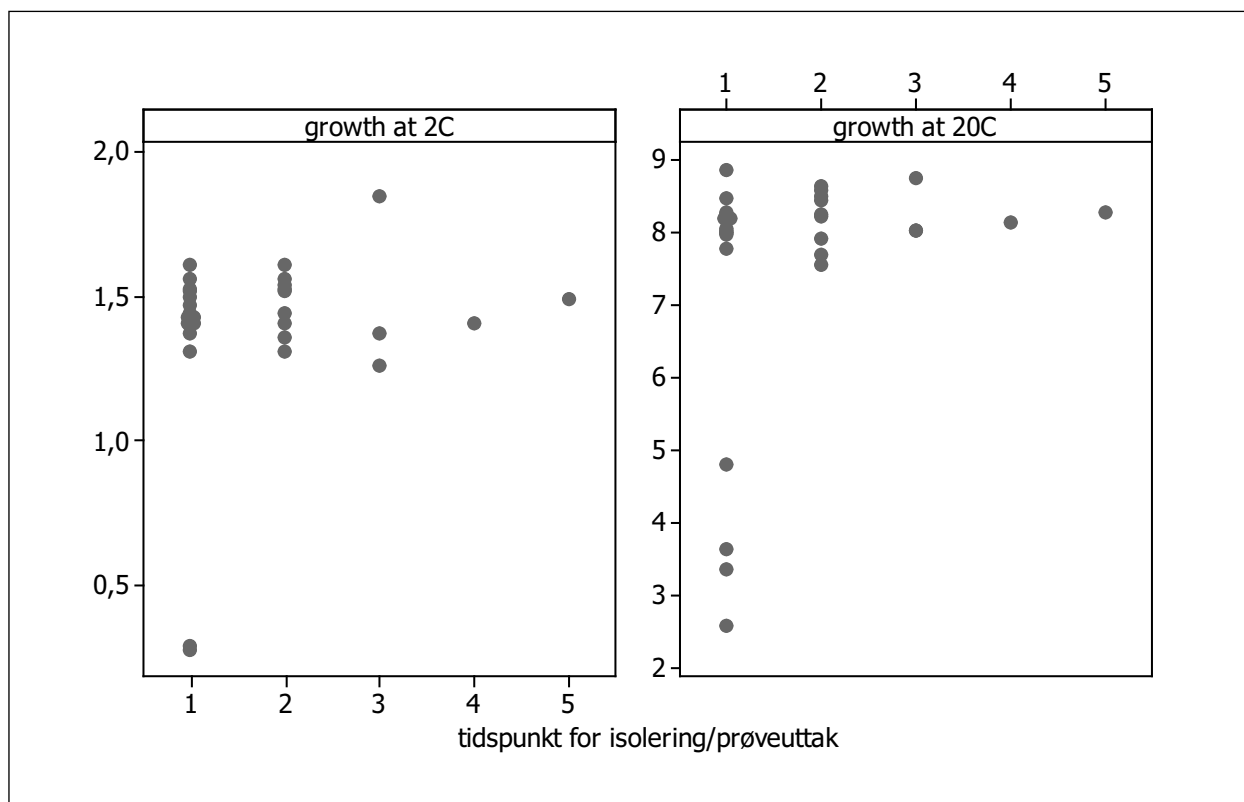
## Resultater

Snømuggsymptomer og forekomst av *M. nivale* i blad og stengler fra grasprøver som var samlet fra de ulike banene avtok gjennom vekstsesongen.

Forekomst av *M. nivale* ble dokumentert ved isolering av soppen fra skadet plantemateriale.

Vi registrerte at *M. nivale* også kunne isoleres fra de markerte områdene (de opprinnelige flekkene) i gras-matta uten at det var synlige symptomer til stede. Til tross for en lavere isoleringsrate om høsten enn om våren, ble *M. nivale* isolert fra de opprinnelige lokalitetene den påfølgende våren (året etter).

For å finne ut om ulike isolater har ulike temperaturpreferanser, ble vekst *in vitro* ved 2 °C og 20 °C undersøkt hos soppisolater som var samlet gjennom hele perioden fra snøsmelting og gjennom sommeren og høsten (figur 1). For de isolatene som var samlet inn og undersøkt, var vekstratene ved 2 °C og 20 °C signifikant korrelert. Imidlertid viste de isolatene som var samlet inn rett etter snøsmelting en større variasjon i veksthastighet ved 20 °C enn isolater som var samlet inn i løpet av våren, sommeren og høsten.



Figur 1. Veksthastighet (mm dogn<sup>-1</sup>) in vitro ved 2 °C og 20 °C hos isolater av *M. nivale* samlet inn fra golfbaner i 2006 og 2007, i perioden fra snøsmelting (tidspunkt 1) og gjennom sommeren (tidspunkt 2-3) og høsten (tidspunkt 4 og 5).

## Konklusjon

Vår konklusjon er at *M. nivale* overlever fra år til år på de samme områdene i ei grasmatte, men observasjonene kan tyde på at det skjer en uttynning av inokulum (smittepresset). Veksthastigheten til de innsamlede soppisolatene *in vitro* ved ulike temperaturer gir ikke grunnlag for å hevde at det er ulike stammer av soppen som opptrer til ulike tider av året.

## Referanser

Domsch K.H., Gams, W., & Anderson, T.-H. 1980. Compendium of soil fungi. London: Academic Press ISBN 0122204018.

Hofgaard, I.S., Wanner, L.A., Hageskal, G., Henriksen, B., Klemsdal, S.S. & Tronsmo, A.M. 2006. Isolates of *Microdochium nivale* and *M. majus* differentiated by pathogenicity on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and *in vitro* growth at low temperature. *Journal of Phytopathology* 154:267-274.

Mahuku, G.S., Hsiang, T. & Yang, L. 1998. Genetic diversity of *Microdochium nivale* isolates from turfgrass. *Mycol. Res.* 102:559-567.

Mann, R.L. & Newell, A.J. 2005. A survey to determine the incidence and severity of pests and diseases on golf course putting greens in England, Ireland, Scotland, and Wales. *International Turfgrass Society Research journal* 10:224-229.

McBeath, J.H., Tronsmo, A. M. & Smith, J.D. 1993. Pink Snow Mould, leaf blotch, head blight. In Mathur & Cunfer Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. Jordbrugsforlaget, Fredriksberg, Danmark.

Tronsmo, A.M., Hsiang, T., Okuyama, H. & Nakajima, T. 2001: Low temperature diseases caused by *Microdochium nivale*. In *Low Temperature Plant Microbe Interactions under Snow*. Editors N. Iriki, D.A. Gaudet, A.M. Tronsmo, N. Matsumoto, M. Yoshida, A. Nishimune. Chapter 7 (p75 - 86). Hokkaido National Agricultural Experiment Station. ISBN 4-901405-03-9.

# *Fusarium*-angrep fører til bladfall og visne skot i kristtorn

Bladfall og daude skot har dei siste tiåra vorte eit omfattande problem i villbestand av kristtorn (*Ilex aquifolium*) langs sørvest-kysten av Noreg. Fleire soppar vert ofte isolert i samband med skadane, men spesielt ein *Fusarium*-art, som ved DNA-analyse synte seg å vera mest lik *F. acuminatum*, dominerar.

Venche Talgø, Jafar Razzaghian, Sonja Sletner Klemsdal, Trude Slørstad og Arne Stensvand  
Bioforsk Plantehelse  
venche.talgo@bioforsk.no

## Tradisjon

I Noreg fins det viltveksande kristtorn frå Aust-Agder til Nordmøre, og særleg i Rogaland og Sunnhordland er kristtorn vanleg. Grøne blad og vakre, raude bær vinterstid har gjort kristtorn til eit populært innslag i julepyntinga. Det er lang tradisjon for å selja kristtornbukettar i desember, men planta vert også nytta til kransar, oppsatsar og anna.

## Symptom

Bladfall i kristtorn resulterer ofte i at berre årsskota har blad, mens eldre skot er snaue. Daude skot er vanleg og svært øydeleggjande for pryddverdien, og i beste fall fører det til meirarbeid i form av bortklypping av daude skot før sal. Bladfall og daude skot er ofte mest omfattande nedst på buskane/trea i tette bestand. Vi har funne mange ulike skadegjerarar på kristtorn (Talgø et al. 2006), men sidan *Fusarium*-artar dominerar, omtalar vi berre denne soppselekta her. DNA-analyse synte at den *Fusarium*-arten vi oftast fann på kristtorn var mest lik ein art som heiter *F. acuminatum* (figur 1).

## Biologi

*Fusarium* spp. er jordbuande soppar som kan smitta over på planter ved hjelp av vasssprut i samband med regn. Truleg spreier soppen seg frå jorda til kristtorn, gjerne via undervegetasjonen (gras og anna). Ofte ligg dei nedste kristtorngreinene heilt nede på bakken (nokre gonger slår dei rot) og kan dermed lett verta smitta. I fleire kvister vi undersøkte, synte det seg at soppen må ha kome inn i kvistene via bladfeste og altså ikkje via leiingsvevet frå røtene. Kristtorn har svært kvasse blad, slik at naboblاد ofte punkterar

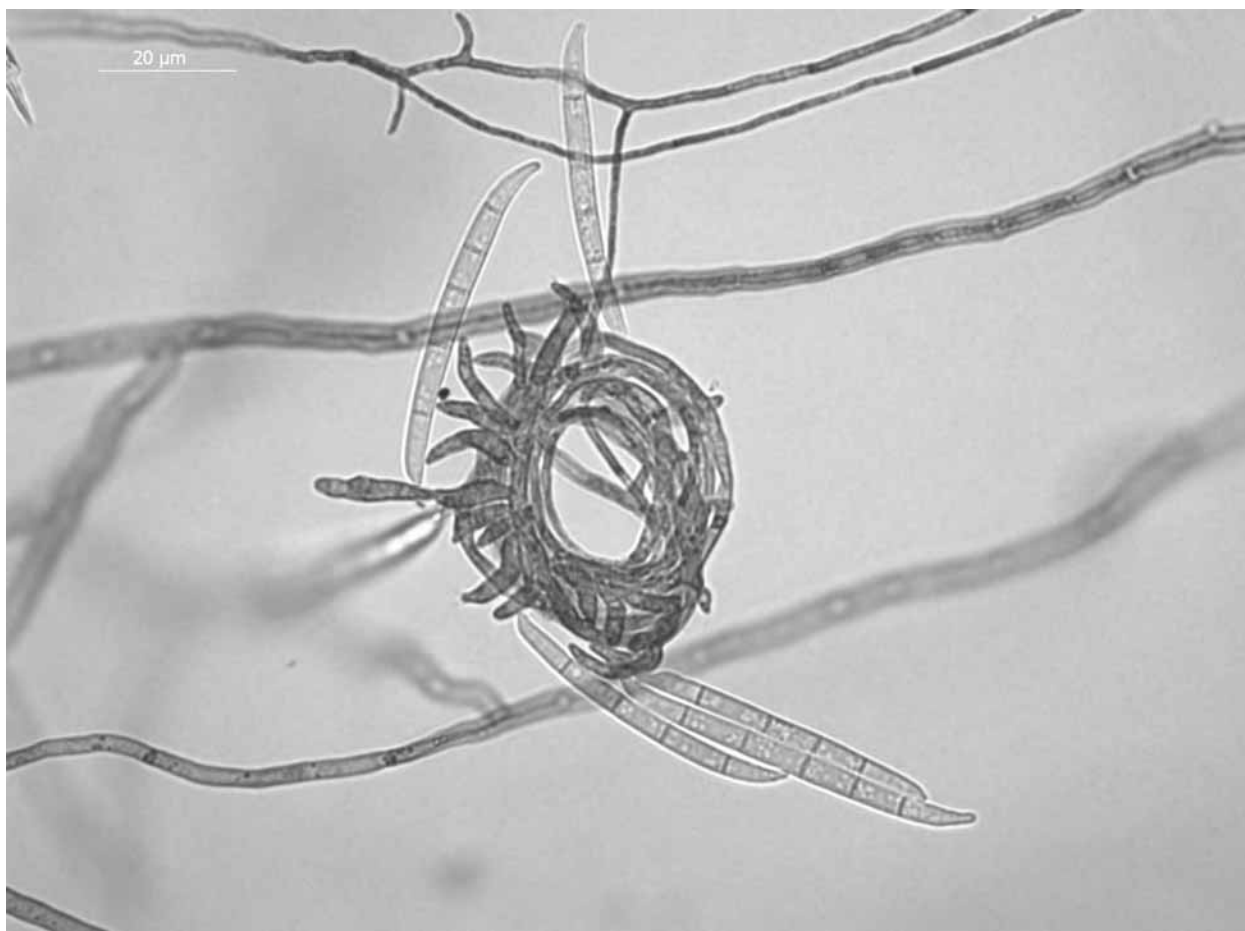
(sårar) kvarandre når det er sterk vind. Dette kan gi inngangsport for *Fusarium* spp. og andre soppar.

## Beiteforsøk

*Fusarium*-artar ser ut til å trivast spesielt godt dersom plantene står tett eller i overgrodde villbestand. Bladverket i tette plantingar tørkar seint opp etter nedbør og doggfall, slik at soppsporane får tid til å spira og infisera blad og skot. Bladfall på kristtorn ser ut til å ha auka i takt med gjengroing av kulturlandskapet dei siste tiåra. Sommaren 2006 sette vi difor i gong eit 10 daa stort beiteforsøk med sauerasen Suffolk i eit villbestand av kristtorn i Rogaland ("Betre skjøtsel av viltveksande kristtorn som grunnlag for betre plantekvalitet og større utbytte", finansiert av Norsk Genressurscenter). For å få luftige plantingar vart lauvkratt og einer rydda bort, og kristtornen vart tynna, stamma opp (nedre greinene fjerna) og toppa. Fire forsøksruter inngjekk i beiteforsøket. Kvar av dei fire forsøksrutene var på om lag 2,5 daa. Tiltaka som vart sett inn var:

- I. Topping, tynning og oppstamming (nedre greinene fjerna) av kristtornen i tillegg til rydding av lauvkratt og einer og beiting med sau
- II. Topping, tynning og oppstamming
- III. Tynning, rydding og beiting med sau
- IV. Ingen tiltak (kontroll)

Etter at prosjektet har gått i tre år er det enno mykje daude skot og bladfall, men i slutten av oktober 2009 vart det observert bladrike, nye skot i toppane på tre som vart toppa i 2006. Det var også stor skilnad på kvaliteten på greiner på tre som hadde stått skuggefullt i den urørte ruta, og tre der det var toppa,



Figur 1. Sopptrådar (hyfer) og sporar av ein *Fusarium acuminatum*-liknande soppart som ofte vert funnen på skadde blad og kvistar av kristtorn (*Ilex aquifolium*). Foto: Jafar Razzaghian.

tynna, rydda, stamma opp og beita. Greiner som hadde fått rikeleg tilgang på lys hadde mange raude bær, medan dei som hadde hatt for mykje skugge hadde få bær med dårleg utvikla farge.

Sauen hadde halde gras- og krattveksten bra i sjakk, men greide ikkje å halda vekke bjørnebær. Bjørnebærris gjer det svært vanskeleg å ferdast i felta, så det vert difor truleg naudsynt å handsama med ugras-middel for å få kontroll med dette problemet.

Brukaren er så tilfreds med resultatet som er oppnådd ved å sleppa meir lys og luft inn i felta, at han har rydda eit område på 9 daa. og har planar om å rydda 15 daa. til dei næraste åra. Topping av trea gjer dei lette å hausta, og saman med oppstamming, tynning og fjerning av uynskja vegetasjon, vil dette truleg etter kvart føra til mindre soppangrep og betre kvalitet.

### Referansar

Talgø, V., Henriksen, B., Sundbye, A., Klemsdal, S.S., Stensvand, A. & Pundsnes, T. 2006. Bladfall i kristtorn (*Ilex aquifolium*). Bioforsk TEMA 1(1):6s.

# Rot- og stengelsjukdommar i begonia

I perioden 2006-2009 er det i norske gartneri gjennomført registrering av soppsjukdommar i begonia (*Begonia x hiemális* og *Begonia x cheimántha*). Både kjente og nye patogen er påvist. Spesielt store utfall er registrert ved åtak av to nye artar: *Fusarium foetens* og *Phytophthora taxon niderhauserii*.

Brita Toppe og María-Luz Herrero  
Bioforsk Plantehelse  
brita.toppe@bioforsk.no

Hiemalisbegonia (*B. x hiemális*) er ein viktig kultur for norsk veksthusnæring, med årleg produksjon på over 1 million planter. I tillegg kjem produksjonen av juleglede (*B. x cheimántha*) som blir produsert i mindre omfang. Gjennom prosjektet "Redusert åtak av rotsjukdommar i norske prydplanter 2006-2009", er rot- og stengel sjukdommar i hiemalis- og julebegonia kartlagt og sjukdomsårsaka identifisert. Prosjektet er gjennomført med finansiering frå Norges Forskningsråd, midlar over Jordbruksavtalen, støtte frå forskingsfondet i Norsk Gartnarforbund og eigeninnsats frå deltakande bedrifter.

## Prøvetaking og identifikasjon av patogena

Planter med sjukdomssymptom vart sendt til Bioforsk Plantehelse direkte frå deltakande gartneri eller via uttak gjort av Veksthusringen. Ved mottak vart plantene undersøkt både makro- og mikroskopisk, og det vart isolert på selektive dyrkingsmedia for påvising av sjukdomsorganismen. Standard dyrkingsmedium var PDA (potet dextrose agar), PARP (selektivt medium for påvising av pseudosopp), PARPH (selektivt medium for påvising av *Phytophthora* spp.) og CZID (selektivt

medium for påvising av *Fusarium* spp.). Artsidentifikasjon vart gjort ved mikroskopering av morfologiske eigenskapar i tillegg til molekylære analysar av isolata.

## Kochs postulat

Kochs Postulat vart gjennomført der nye slekter eller artar vart påvist som årsak til sjukdom ved å plassere agar med soppvekst på ca 1 cm jord i botnen av ei blomsterpotte. Småplanter av begonia vart så planta oppå dette og dyrka under ordinære veksthusforhold med registrering av sjukdomsutvikling. I nokre høve vart røtene til halvparten av forsøksplantene såra (stikk med skalpell) før inokulering. For inokulering av gliocladium vart sporar av soppen plassert på sårflata etter fjerning av blad. Reisolering blei gjennomført ved avslutning av alle smitte forsøk.

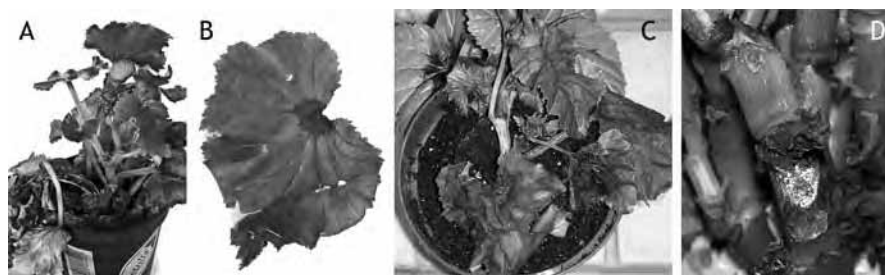
## Resultat

Sjukdommar påvist i begonia er vist i tabell 1. Omfanget er størst av dei to patogena *Fusarium foetens* og *Phytophthora taxon niderhauserii*. Felles for desse er at dei begge er nye artar som dei seinare åra, har ført til betydelige utfall av begonia i norske gartneri.

Tabell 1. Rot og stengelsjukdommar påvist i begonia i Norske gartneri i perioden 2006-2009

Planteslag	Symptom	Patogen	Norske gartneri <sup>1</sup>	Kochs Postulat <sup>2</sup>
Juleglede ( <i>Begonia x cheimántha</i> )	Rot- og stengelrâte	<i>Phytophthora taxon niderhauserii</i>	2	Ja
		<i>Phytophthora citrophthora</i>	1	Nei
		<i>Pythium chamaehypon</i>	1	Ja
	Fusariose	<i>Fusarium foetens</i>	1	Ja
Hiemalisbegonia ( <i>Begonia x hiemális</i> )	Rot- og stengelrâte	<i>Phytophthora taxon niderhauserii</i>	11	Ja
		<i>Pythium cylindrosporium</i>	1	Nei
		<i>Pythium helicooides</i>	3	Ja
	Fusariose	<i>Fusarium foetens</i>	8	Ja
		<i>Fusarium begoniae</i>	2	Nei
Stengelrâte	<i>Bionectria ochroleuca (G. roseum)</i>	1	Ja	

<sup>1</sup>Tal norske gartneri der patogenet er påvist. <sup>2</sup>Kochs postulat er gjennomført



Figur 1. Symptom ved åtak av ulike patogen i begonia. A) *Fusarium foetens*; B) *Phytophthora taxon niderhauserii*; C) *Pythium helicoides* og D) *Bionectria ochroleuca*. Foto: Erling Fløistad og María-Luz Herrero.

### **Fusarium**

*Fusarium foetens* blei påvist for første gong i hiemalisbegonia i Noreg i 2002. Seinare, i 2006 og frametter, har det vore nye utbrot både i *B. x hiemális* og i *B. x cheimántha*. Patogenet er svært aggressivt og sjukdomsutfall på 50 % eller meir er observert i fleire gartneri. Skaden er størst i nye sortsgrupper som 'Big Flower' og 'Betulia', men åtak er i Noreg også registrert i småblomstra sortsgrupper. I smitteforsøk i forsøksveksthus viser både hiemalisbegonia og julegledesymptom og til slutt visning innan 3 til 6 veker etter inokulering. Symptom på åtak er lyst bladverk, mørke vasstrekke misfargingar på stengel, brunt leiingsvev og etter kvart kollaps av både stengel, bladstilk og blad som blir dekt av ein lyseraud/kvit sporemasse (figur 1A). Sikker identifikasjon av *F. foetens* er gjort ved bruk av real-time PCR basert på mtSSU (mitochondrial small subunit) rDNA i reine isolat eller i infisert plantemateriale. Så langt er *F. foetens* ikkje påvist i symptomfrie planter av begonia i Noreg, men ein annan art, *F. begoniae*, er funnen to gonger frå tilsynelatande friske stiklingar av *B. x hiemális*. Vi har så langt ikkje klarlagt om denne arten spelar noko vesentleg rolle, eller om den berre er ein sekundær skadegjerar i begonia. Mattilsynet handterer i dag *F. foetens* som ein karanteneskadegjerar dersom den opptrer i gartneri med småplanteproduksjon eller produksjon av halvfabrikata for vidaresal.

### **Phytophthora**

*Phytophthora* spp. er registrert som årsak til store utfall i begonia i mange norske gartneri (tabell 1). Åtak fører til mørk råte/nekrose i røter, stengel, bladstilk og bladplate (figur 1B), og utfall på opptil 50 % er observert fleire stader. *P. taxon niderhauserii* er den *Phytophthora*-arten som no dominerar. Dette er ein ny art av *Phytophthora*, første gong påvist i Noreg i 2003 på gloksinia. Molekylære analysar av norske isolat (sekvensering av ITSrDNA) viser godt samsvar med oppføringar av *P. taxon niderhauserii* i GenBanken. Arten er førebels ikkje beskrive. Sidan 2006 er *P. taxon niderhauserii* påvist i fleire ulike

veksthuskulturar i Noreg. Smitteforsøk ved Bioforsk Plantehelse og erfaring frå praksis viser at arten potensielt er svært aggressiv i begonia. Åtak av *P. taxon niderhauserii* vil kunne smitte frå begonia til andre planteslag som til dømes eføy (*Hedera helix*) og ildtopp (*Kalanchoe x blossfeldiana*).

### **Pythium**

Fleire artar av *Pythium* er i perioden registrert i samband med rot og stengelrâte i begonia (tabell 1). Identifikasjon til artsnivå er gjort ved molekylære og mikroskopiske analyser av isolata ved Centraalbureau voor Schimmelcultures, Nederland. Gjennomføring av Kocks postulat i forsøksveksthus gav markert sjukdomsutvikling i såra planter inokulert med *Py. helicoides* (figur 1C). Arten vart også reisolert frå dei sjuke plantene. I såra planter inokulert med *Py. chamaehypon* vart det registrert vekstreduksjon, men ikkje utvikling av råte eller nekrosar. Smitteforsøka må gjentakast for å kunne sei noko sikkert om aggressiviteten av dei to *Pythium*-artane i begonia

### **Gliocladium**

*B. ochroleuca* (*G. roseum*) er registrert som årsak til stengelrâte i begonia i eit gartneri. Soppen går inn i sår etter fjerning av blad/stiklingar og gir ein brun råte med kvit sporulering i sårflata (figur 1D). Åtaket var betydeleg i gartneriet, men samtidig påvising av *F. foetens* kompliserte sjukdomsbiletet. I forsøksveksthus gav inokulering med *B. ochroleuca* i sår etter fjerning av blad tydelege nekrosar og sporulering av soppen i *B. x hiemalis*. Plantene var dekt med plast den første tida etter inokulering for å sikre høg luftfukt. Åtaket var i smitteforsøket stort sett avgrensa til inokuleringsstaden. Meir aggressiv råte vart observert i den ordinær produksjonen, noko som kan ha samband med høgare luftfukt i denne produksjonen over tid. Dette er første observasjon av *B. ochroleuca* som patogen i Norske veksthuskulturar. Soppen er elles nytta i biologisk bekjemping, og er normalt ikkje sett på som sjukdomsframkallande.

# *Phytophthora plurivora* - ny skadegjerar på tre i Noreg

I 2009 vart det funne tjærefarga flekkar på stammene på fleire lauvtreartar i Stavanger. Slike flekkar er typiske ved angrep av *Phytophthora*-artar. På spisslønn og bøk vart det stadfesta at skadane skuldast *Phytophthora plurivora*. Denne skadegjeraren er kjent frå fleire land i Europa, der han vert sett på som ein stor trussel.

Venche Talgø<sup>1</sup>, María-Luz Herrero<sup>1</sup>, Brita Toppe<sup>1</sup>, May Bente Brurberg<sup>1</sup>, Robert Thurston<sup>2</sup>, Trude Slørstad<sup>1</sup> og Arne Stensvand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Plantehelse, <sup>2</sup>Statsbygg, Stavanger  
venche.talgo@bioforsk.no

## Symptom

Ved angrep av *Phytophthora plurivora* vert bladverket glise og gult, og greiner daudar. Dette skuldast at røtene gradvis vert øydelagde og dermed ikkje kan forsyna krona med nok næring og vatn. Eksudat (utflod av plantesaft) gir såkalla "blødande" sår på stammene av skadde tre (omtala som "external bleeding" på engelsk). Såra framstår etter kvart som tjærefarga flekkar i barken. Barken og veden vert raudbrun under flekkane, og det er eit skarpt (ikkje utflytande) skilje mot friskt vev. Ved Byhaugen i Stavanger var det typiske blødande sår på både spisslønn, bøk og bjørk, men daude greiner i krona såg vi berre på spisslønn. Det var spisslønn som blødde mest frå stammene. Det kan tyda på at angrepet først kom på spisslønn og seinare spreidde seg til bøk og bjørk. Så langt har vi isolert *P. plurivora* frå spisslønn og bøk, men ikkje bjørk. Blødande sår kan også oppstå ved angrep av andre *Phytophthora*-artar. I oktober i år vart det funne blødande sår på bøk i Bergen, men DNA-analyse synte at skadane der skuldast angrep av *P. cambivora*, ein *Phytophthora*-art som vi tidlegare har påvist på nobeledelgran (*Abies procera*) i Noreg (Talgø et al. 2006). I 2009 har vi også påvist *P. cambivora* på fjelledelgran (*A. lasiocarpa*) i Rogaland (upubliserte data).

## Vertplanter

*P. plurivora* har vorte isolert frå kreftsår eller rotsone frå 45 bar- og lauvtreartar i Europa og USA, inkludert spisslønn (*Acer platanoides*) og bøk (*Fagus sylvatica*) (Jung & Burgess 2009). I tillegg til desse 45 vertplantene er det nyleg rapportert frå Danmark at *P. plurivora* er isolert frå ask (*Fraxinus excelsior*) (Thing-

gaard 2009). I Danmark er det også funne symptom på bøk. I skogholtet ved Byhaugen i Stavanger er fleire av planteslektene som står på vertlista til *P. plurivora* representerte, utan at det så langt er funne symptom på dei; ask, eik (*Quercus*), kristtorn (*Ilex*), selje (*Salix*), hassel (*Corylus*) og bergflette (*Hedera*).

## Skadegjeraren *Phytophthora plurivora*

På verdsbasis er det så langt rapportert 67 *Phytophthora*-artar (Jung & Burgess 2009), men stadig nye artar vert oppdaga. *P. plurivora* vart tidlegare omtala som *P. citricola*, men ved hjelp av DNA-analyser, er han no utskilt som eigen art. *P. citricola* er tidlegare isolert i Noreg frå mellom anna lawsonsypress (*Chamaecyparis lawsoniana*) og rododendron (*Rhododendron* spp.) både i planteskular og grøntanlegg. Nokre av dei tidlegare isolata av *P. citricola* frå *Rhododendron* spp. vart nyleg gjennomgått på ny og synte seg å vera *P. plurivora*. Vidare var det interessant at gamle isolat av *P. citricola* frå jord og vatn frå ein planteskule i Rogaland (Herrero et al. 2008) synte seg å vera *P. plurivora*. *P. plurivora* er ein jordbuande skadegjerar som har rørlege sporar (zoosporar) som angrip røtene. Zoosporane kan symja nokre få millimeter eller følgjer passivt med drenerings- eller overflatevatn over lengre avstandar. Vidare har *P. plurivora* tjukkvegga sporar (oosporar) som kan overleva i jorda i årevis utan vertplanter. Smitten (oosporane) kan spreiest ved flytting av infiserte planter eller jordmasse til nye område.

## Kvar kan smitten ha kome frå i Stavanger?

Det har ikkje vorte planta inn tre i skogholtet, men det grenser til bustadhus og ein kolonihage, så smit-

ten kan ha kome frå ein hage i området. Smitten kan ha fylgd nyleg importerte planter, eller kome til dømes frå etablerte plantingar av lawsonsypress og/eller rododendron. Sidan smitten vart funnen i jord- og vassprøvar i ein planteskule i Rogaland, er det rimeleg å tru at planter med infiserte røter og jordklump har vorte distribuert til hagar og anlegg i regionen. Skogholtet vert nytta som turområde, så smitten kan ha kome dit gjennom ferdsel av menneske og/eller dyr (til dømes med infisert jord på fottøy og hundelabbar).

Ei rad planteartar som ikkje høyrer naturleg heime i lauvskog på Vestlandet, har etablert seg i skogholtet i Stavanger; liguster (*Ligustrum* sp.), rododendron, hagtorn (*Crataegus* sp.), kirsebær (*Prunus* sp.), søtmispel (*Amelanchier* sp.), bulkemispel (*Cotoneaster bullatus*) og andre misplar (*Cotoneaster* spp.). Fleire av desse plantene kan ha kome frå omkringliggjande område med fuglar som har ete bær og dermed spreidd frø, men dette er truleg ikkje spreingsvegen til *P. plurivora*. Dumping av hageavfall er ein større fare, men det såg vi ikkje spor av i 2009.

### Kor stor skade kan dette patogenet koma til å gjera?

Jung & Burgess (2009) seier heilt klart at *P. plurivora*, kanskje saman med *P. cambivora*, for tida er den mest trugande *Phytophthora*-arten som fins i skogar og

andre økosystem i Europa. Dette grunnjev dei med eit vidt vertplantespekter og høg aggressivitet mot naturleg heimehøyrande treartar som bøk og eik. Det er mogeleg at spådde klimaendringar kan vera med på å forverra situasjonen. *Phytophthora*-artar er generelt avhengige av fuktig klima. Det er all grunn til å fylgja nøye med på utviklinga, og ei grundig kartlegging av situasjonen både i Stavanger og elles i Noreg bør gjennomførast.

### Takk

Vi takkar for midlar gjennom prosjektet "Planter for norsk klima" til undersøkingane vi har gjort så langt.

### Referansar

- Herrero, M. L., Toppe, B., Bruberg, M. B. & Sletten, A. 2008. Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2007. Bioforsk rapport 3(56):31.
- Jung, T. & Burgess, T. I. 2009. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolated from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. *Persoonia* 22:95-110.
- Talgø, V., Herrero, M. L., Toppe, B., Klemsdal, S. S. & Stensvand, A. 2006. First report of root rot and stem canker caused by *Phytophthora cambivora* on noble fir (*Abies procera*) for bough production in Norway. *Plant Disease* 90(5):682.
- Thinggaard, K. 2009. *Phytophthora* - en ny og alvorlig trussel mod de danske skove. *Skoven* 41(11):478-481.



# Risikovurdering av *Phytophthora ramorum*, en pseudosopp som framkaller ramorum-greinvisning

Det er stor sannsynlighet for at det fortsatt blir importert planter angrepet av pseudosoppen *Phytophthora ramorum*. Rikelig tilgang på vertplanter og gunstig klima gir også en høy sannsynlighet for videre etablering og spredning av skadegjøreren i deler av Norge. Det er hovedkonklusjonene i en risikovurdering som Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) avsluttet høsten 2009.

Leif Sundheim<sup>1,2</sup>, María-Luz Herrero<sup>2</sup>, Trond Rafoss<sup>1,2</sup> og Brita Toppe<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Vitenskapskomiteen for mattrygghet <sup>2</sup> Bioforsk Plantehelse  
leif.sundheim@bioforsk.no

Pseudosoppen *P. ramorum* hører til klassen Oomycetes som tidligere ble kalt algesopp. Vi vet nå at disse organismene er verken alger eller sopp. Derfor er de i et vedlegg til siste utgave av "Dictionary of the fungi" gruppert i Chromista. Mens ekte sopper har kitin i celleveggen, har pseudosopper cellulose for å gi styrke i veggen, og de er diploide gjennom mesteparten av sin livssyklus. Derfor står de fylogenetisk nærmere planter enn sopp.

Flere farlige, plantepatogene arter innen slekten *Phytophthora* har blitt spredt globalt i løpet av de siste par hundreår. Tørråten, *P. infestans*, kom til Europa rundt 1840, og i løpet av de siste femti år har flere nye arter i samme slekt blitt introduserte til Europa og Nord-Amerika. *Phytophthora*-arter vi har hatt i flere tiår er *P. rubi* (rød rotråte i bringebær) og *P. fragariae* (rød marg i jordbær). Disse tre artene er alle sterkt spesialiserte til en eller få vertplanter, mens *P. ramorum* kan angripe arter i mange ulike plantefamilier. Derfor representerer den en større trussel både for kulturplanter og for biologisk mangfold enn de tidligere introduserte artene.

I 1993 ble ny sykdom på rododendron og krossved funnet både i Nederland og Tyskland. Det ble snart klart at en ny *Phytophthora*-art var årsaken, og den ble beskrevet som *P. ramorum* i 2002. En dramatisk sykdom på eik "Sudden oak death" dukket opp i California omtrent samtidig, og det viste seg at patogenet var samme art som var under rask spredning i Europa. Genetiske analyser konkluderte med at

det var to ulike introduksjoner av patogenet. Rask visning og død av eik har bare forekommet på enkelte trær i Europa til nå. Det er indikasjoner på transport av *P. ramorum* i begge retninger over Atlanterhavet. *P. ramorum* angriper både treaktige pryddplanter og naturlig vegetasjon. I Storbritannia var det i 2009 kraftige angrep på lerk. Listen over mottakelige planter er lang og vokser stadig. Symptomene på angrep av *P. ramorum* er råte i blad, visning av greiner og bløende sår på stammer. Det norske navnet på sykdommen er ramorum-greinvisning.

Et parti rododendron-planter importert til Norge våren 2002 utviklet bladflekker og nekroser på skudene, og høsten samme år ble *P. ramorum* påvist i plantene. Siden 2003 har Mattilsynet gjennomført overvåkings- og kartleggingsprogrammer, importkontroller og kontroller i norske planteskoler. Midlertidige tiltak, nasjonalt og internasjonalt, har ikke stoppet spredningen av patogenet til nye vertplanter og geografisk til flere land i Europa. Sykdommen er til nå funnet på rododendron, krossved, pyramidelyng, kalmia, syrin og amerikansk eik her i landet. I 2008 ble det meldt om angrep på blåbær i Storbritannia, og høsten 2009 ble *P. ramorum* funnet på blåbær nær angrepne rododendronplanter i Stavanger arboret. *P. ramorum* blir behandlet som en potensiell karantenskadegjører av Mattilsynet.

På bestilling fra Mattilsynet leverte VKMs Faggruppe for plantehelse høsten 2009 en risikovurdering som kan leses på [www.vkm.no](http://www.vkm.no). Konklusjonene i vurderin-

gen er blant annet: *P. ramorum* er ikke vidt utbredt her i landet, og den er under offisiell kontroll. Patogenet er påvist i flere planteskoler og hagesentra i Sør-Norge og i enkelte parker og private hager, spesielt på Vestlandet. Det har et potensial for økt utbredelse.

Det er stor sannsynlighet for nye introduksjoner med import av mottakelige planter til utplanting. Patogenet kan også komme inn via andre importveier, så som jord, bladverk og blomster, frø, frukter og bark. Et konservativt estimat av potensiell geografisk utbredelse for *P. ramorum* i Norge er hager og parker med de mest mottakelige vertplantene, rododendron, krossved, bøk og amerikansk eik. Men økonomiske og miljømessige tap kan omfatte mesteparten av landet om patogenet spres på naturlig vegetasjon.

For både planteskolenæringen, parker og private hager anslås *P. ramorum* å ha moderate økonomiske konsekvenser med dagens tiltak, og store økonomiske konsekvenser uten disse. Konsekvensene av patogenet i barskog og blandet skog i Norge anses som små med middels grad av usikkerhet. På grunn av spredt forekomster av de mest mottakelige artene vurderes konsekvensene i naturlig og plantet lauvskog som små med middels grad av usikkerhet.

Ikke-kommersielle og miljømessige konsekvenser i norske naturlige miljøer/økosystemer vurderes som moderate, men med høy grad av usikkerhet. Spesielt er det usikkerhet knyttet til omfanget av framtidig angrep på viktig undervegetasjon så som blåbær og andre *Vaccinium*-arter.

Effekten av tiltakene mot *P. ramorum* har vært variable både i hagesentra, planteskoler, private parker og hager her i landet. Sannsynligheten for å utrydde *P. ramorum* der den allerede er etablert i grøntanlegg anses som lav med dagens forvaltningspraksis. Dette gjelder spesielt langs kysten av Sør-Vest Norge der klimaet er gunstig for patogenet.

VKM som gjør vurderinger av forhold knyttet til trygghet, plantehelse, plantevernmidler, dyrehelse og dyrevelferd. VKM er oppnevnt av Helse- og omsorgsdepartementet og arbeider på oppdrag fra Mattilsynet og Direktoratet for naturforvaltning. Oppdragsgiverne bruker risikovurderingene ved innspill til departementene, som grunnlag for tiltak i forvaltningen og ved utarbeiding av nye forskrifter.

### Referanser

- Herrero, M-L. & B. Toppe 2010. *Phytophthora ramorum* i Norge. Bioforsk Fokus, 5(2):72-73.
- Sundheim, L., Herrero, M.L., Rafoss, T., Toppe, B. (2009). Pest risk assessment of *Phytophthora ramorum* in Norway. Opinion of the Panel on Plant Health of the Norwegian. Scientific Committee for Food Safety, 08/907-3 final, ISBN 978-82-8082-351-9 (Electronic edition). VKM, Oslo, Norway. 74 s. <http://www.vkm.no/dav/e494131ac6.pdf>

## Forfatterregister

- Abrahamsen, Unni 118  
 Ahnström, Johan 58  
 Akselsen, Inger-Lise W. 158  
 Andersen, Arild 104  
 Andersson, Lars 10  
 Asalf, Belachew 190  
 Austarheim, Åsmund 226  
 Bakken, Anne Kjersti 160, 162, 170, 172, 176  
 Bardalen, Arne 50  
 Barkved, Line J. 232  
 Bechmann, Marianne 16, 22, 30  
 Beldring, Stein 18  
 Berge, Therese With 238  
 Bergjord, Anne Kari 114  
 Bergström, Lars 10  
 Blankenberg, Anne-Grete Buseth 230  
 Blystad, Dag-Ragnar 66  
 Borch, Odd Jarl 86  
 Borowski, Eva 158  
 Brandsæter, Lars Olav 180  
 Bratberg, Idun 192  
 Breland, Tor Arvid 152  
 Brodal, Guro 62  
 Brurberg, May Bente 246  
 Bøen, Anne 28, 34  
 Børtnes, Gunhild 150  
 Børve, Jorunn 188  
 Clarke, Jihong Liu 66, 74  
 de Toro, Alfredo 166  
 Deelstra, Johannes 18, 230, 232  
 Dees, Merete Wiken 66, 144  
 Dieseth, Jon Arne 122  
 Dobson, Andrew 188, 190  
 Døving, Aksel 196, 204  
 Eggen, Trine 64  
 Eggestad, Hans Olav 14, 230, 232  
 Eikemo, Håvard 190  
 Eklo, Toril Sagen 68, 212  
 Elen, Oleif 62  
 Eltun, Ragnar 110, 236  
 Emanuelsson, Urban 56  
 Engbretsen, Alexander 18  
 Farkas, Csilla 18  
 Ficke, Andrea 120  
 Finnes, Odd Arild 90  
 Finstad, Anne 38  
 Fitzgerald, Richard 228  
 Fløistad, Erling 66  
 Flølo, Gro Caroline 88  
 Forbord, Jon Olav 148  
 Fystro, Gustav 52  
 Gadoury, David M. 190, 210  
 Garmo, Torstein H. 172  
 Gauslå, Elisa 146  
 Gislerød, Hans Ragnar 206, 210  
 Goldberg, Steve 238  
 Govasmark, Espen 40  
 Granlund, Lars Løken 236  
 Grønlund, Arne 44, 46  
 Guldal, Svein 54  
 Gunnarsson, Carina 166  
 Guo, Shuai 74  
 Hansen, Berit 220  
 Hansen, Øyvind 164  
 Hansson, Per -Anders 166  
 Haraldsen, Trond Knapp 26, 34, 36  
 Hatcher, Paul E. 180  
 Haug, Kristian 138  
 Hauge, Atle 230, 234  
 Haugland, Espen 180  
 Haugslie, Sissel 66  
 Havstad, Lars T. 106, 108  
 Heide, Ola M. 198  
 Henriksen, Britt 220  
 Henriksen, Jan Karstein 194  
 Hermansen, Arne 144, 146, 158  
 Herrero, María-Luz 72, 146, 210, 214, 244, 246, 248  
 Hoel, Bernt 130  
 Hofgaard, Ingerd Skow 62, 240  
 Hohle, Erik Eid 236  
 Holen, Børge 40  
 Holgado, Ricardo 148  
 Hoornstra, Douwe 40  
 Höglind, Mats 78, 170  
 Iital, Arvo 232  
 Jansons, Viesturs 232  
 Jensen, Hallvard 100  
 Johansen, Astrid 160, 162, 174  
 Johansen, Nina Svae 68, 206, 208, 212  
 Johansen, Tor J. 142  
 Joner, Erik J. 42  
 Karlsen, Åsbjørn 92, 228  
 Kaspersen, Kristin 238  
 Kitterød, Nils Otto 230  
 Klemsdal, Sonja Sletner 62, 74, 242  
 Klinge, Ingeborg 192  
 Kløve, Bjørn 48  
 Koesling, Matthias 180  
 Korsæth, Audun 12  
 Kristoffersen, Anbjørg Øverli 128  
 Kvamme, Mons 60  
 Kværnø, Sigrun H. 16, 18  
 Larsen, Arild 182  
 Lunnan, Tor 170, 180, 186  
 Magnusson, Christer 148  
 Maguire, Julie 228  
 Mangerud, Kjell 180  
 Meisingset, Erling L. 98  
 Mejdell, Cecilie 220  
 Meland, Jan 70  
 Mogan, Sigrid 200  
 Molteberg, Eldrid Lein 140  
 Mordal, Ruth 150  
 Mortensen, Leiv M. 206  
 Müller, Cecilia E. 168  
 Myrheim, Unni 198  
 Møllerhagen, Per J. 134, 136  
 Nes, Arnfinn 200  
 Nesbakk, Tommy 40  
 Nesheim, Lars 222, 224, 236  
 Nestby, Rolf 196  
 Netland, Jan 116, 156, 238  
 Niere, Björn 148  
 Norderhaug, Ann 78, 82  
 Novoa-Garrido, Margarita 184  
 Nærstad, Ragnhild 146  
 Olszewska, Alicja 18  
 Opstad, Nina 198  
 Oskarsen, Helge 154  
 Ottesen, Oddvar 228  
 Overskeid, Øyvind 156, 238  
 Pedersen, Rikard 14  
 Perminow, Juliana I. S. 158  
 Rafoss, Trond 248  
 Randby, Åshild 172  
 Rasse, Daniel 46  
 Razzaghian, Jafar 242  
 Rebours, Céline 228  
 Refsgaard, Karen 22  
 Remberg, Siv Fagertun 202  
 Riiser, Even Sannes 74  
 Riley, Hugh 132  
 Ringnes, Mona 216  
 Rivedal, Synnøve 178  
 Rosenqvist, Håkan 166  
 Rød, Line Meinert 14  
 Sahlström, Stefan 124  
 Salkinoja-Salonen, Mirja 40  
 Seem, Robert C. 190  
 Siikavuopio, Sten Ivar 102  
 Skrøppa, Tore 76

- Skøien, Svein 20  
Sletten, Arild 144, 158  
Slørstad, Trude 242, 246  
Spetz, Carl 66  
Spørndly, Rolf 166  
Steinshamn, Håvard 176  
Stensvand, Arne 188, 190, 206, 210, 242, 246  
Strbac, Stanislav 200  
Strømeng, Gunn Mari 188  
Stäb, Jessica 40  
Stølan, Trygve 238  
Sundbye, Anette 212  
Sundheim, Leif 248  
Suthaparan, Arupillai 210  
Svalheim, Ellen 80, 82  
Synnes, Olav Martin 160, 162  
Sæbø, Arne 70  
Sønsteby, Anita 198
- Sørstad, Trude 246  
Talgø, Venche 242, 246  
Tandsæther, Hans 130  
Thorvaldsen, Pål 96, 226  
Thurston, Robert 246  
Toppe, Brita 72, 214, 244, 246, 248  
Torre, Sissel 206, 210  
Trandem, Nina 192  
Treasurer, Jim 228  
Tronsmo, Anne Marte 190, 240  
Tørresen, Kirsten Semb 118  
Uhlig, Christian 92, 152  
Utengen, Morten 200  
Vagle, Arne 148  
Volden, Birger 184  
Volden, Harald 184  
Westrum, Karin 192  
Wærnhush, Kjell 116  
Waaalen, Wendy 112, 236
- Xing, Shaochen 66  
Zhuravleva, Nonna 228  
Ødegaard, Esten 84  
Øgaard, Anne Falk 14, 24, 32  
Øpstad, Samson L. 96, 178, 226  
Østlie, Hilde Marit 40  
Østrem, Liv 182  
Øvergaard, Stein Ivar 126  
Øverland, John I. 108  
Øvsthus, Ingunn 152  
Øygarden, Lillian 230  
Aamlid, Trygve S. 104  
Aamot, Heidi Udnes 62  
Aanensen, Lise 218  
Aarekol, Kari 156  
Aarhus, Arve 94  
Åssveen, Mauritz 110, 236

# Bioforsk FOKUS

## Mat, miljø og muligheter

Bioforsk er et forskningsinstitutt med spisskompetanse innen landbruk, matproduksjon, miljø og ressursforvaltning. Bioforsk har også fokus på forskningsbasert innovasjon og verdiskaping. Bærekraftig ressursbruk er en grunnleggende premisse.

Bioforsk skal levere faglig kunnskap som næring, forvaltning og samfunnet ellers etterspør og med relevans til store utfordringer, regionalt, nasjonalt og globalt, slik som klimaendringer, biomangfold, fattigdom og global handel.

Bioforsk har som mål å være en regional, nasjonal og internasjonal konkurransedyktig produsent av kunnskap, tjenester og løsninger.

Bioforsk er representert i alle landsdeler.

