



## Bioforsk-konferansen 2014

Erling Fløistad og Morten Günther (red.)

# Bioforsk FOKUS 9(2)

Bioforsk-konferansen 2014

Sammendrag av presentasjoner og plakater

Erling Fløistad og Morten Günther  
(redaktører)

Arrangør:  
Bioforsk



Bioforsk FOKUS blir utgitt av:  
Bioforsk, Frederik A. Dahls vei 20, 1430 Ås  
post@bioforsk.no

Ansvarlig redaktør: Forskningsdirektør Nils Vagstad

*Denne utgivelsen:*

Fagredaktør: Erik Revdal, leder av programkomiteen for Bioforsk-konferansen 2014.  
Redaktører: Erling Fløistad og Morten Günther

Bioforsk FOKUS  
Vol 9 nr 2 2014  
ISBN 978-82-17-01209-2  
ISSN 0809-8662

Forsidefoto: Morten Günther, «Soria Moria». Staur, Stange, Hedmark.

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

*Boka kan bestilles hos:*

Bioforsk, Frederik A. Dahls vei 20, 1430 Ås  
post@bioforsk.no

Pris: 300 NOK  
[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

# Forord

Bioforsk-konferansen 2014 går av stabelen på Hotell Scandic Hamar - onsdag 5. og torsdag 6. februar 2014. Denne boka inneholder sammendrag av 81 av de 88 foredragene som blir holdt under konferansen pluss 31 av 54 vitenskapelige plakater som presenteres. I boka er sammendragene gruppert sesjonsvis på samme måte som i konferanseprogrammet. Sammen- dragene av plakaterne er samlet til slutt i boka.

Boka inneholder også et forfatterregister med henvisning til sidetall for både artikler og plakater. Programkomiteen har i år bestått av Erik Revdal

(leder), Lillian Øygarden, Per Stålnacke, Olav Arne Bævre og Torstein Steine (NMBU). Det er svært mange som bidrar med foredrag og postere under konferansen. Disse legger ned et stort arbeid både når det gjelder forberedelser og gjennomføring. Vi er glade for at så mange har levert manuskript til denne boka selv om tidsplanen for produksjonen som vanlig har vært kort. Alle bidragsyttere fortjener en stor takk for sitt engasjement i forbindelse med Bioforsk-konferansen 2014.

Ås, 28. januar 2014

Erling Fløistad  
(red.)

Morten Günther  
(red.)

# Innhold

<b>PROGRAM FOR BIOFORSK-KONFERANSEN 2014</b> .....	11
Jord- og plantekulturforskningen 125 år .....	27
Olav Arne Bævre	
Korsmo 150 år: «Ukas ugras 2013» .....	32
Helge Sjørnsen & Erling Fløistad	
<b>SAMMENDRAG DAG 1</b> .....	35
Science-based contributions to Water Policy .....	36
Geoffrey D. Gooch	
How to feed the next one billion people? Climate, water and economic challenges .....	37
Udaya Sekhar Nagothu	
Managing current and future variability of water resources through innovative storage solutions .....	38
Vladimir Smakhtin	
Climate smart agriculture: experience and insights from country level implementation .....	39
Andrea Cattaneo	
Water use efficiency and new irrigation methods .....	40
Johannes Deelstra & Sekhar Udaya Nagothu	
Forvaltning av grunnvann og tilhørende økosystemer .....	41
Bjørn Kløve	
Agronomi for økt matproduksjon - utfordringer og muligheter.....	42
Lillian Øygarden	
Framtidas planteproduksjon - tilpasset jordas produktivitet og et robust plantemateriale .....	43
Anne Kjersti Uhlen	
Hva har vi lært gjennom 35 års forsøk med redusert jordarbeiding på morenejord? .....	44
Hugh Riley	
Europeisk landbruk i et klima i endring (MACSUR).....	45
Mats Höglind	
NMBU - nye fjøs og nye utfordringer .....	46
Torstein Steine	
MACSUR - utfordringer for husdyrproduksjon i et framtidig klima .....	47
Odd Magne Harstad, Helge Bonesmo & Seyda Özkan	
Husdyrforskning 2020 - prioriteringer frå kraftfôrindustrien i Europa .....	48
Knut Røflo	
Både mjølk og kjøtt- optimal bruk av norske ressurser .....	49
Laila Aass, Agnar Hegrenes & Odd Magne Harstad	
Jod i melk og matvarer - viktig for ernæring og helse .....	50
Egil Prestløkken & Gisken Trøan	
Moderne mjølkeproduksjon - hva med dyras helse og velferd? .....	51
Jorun Jarp	

<b>SAMMENDRAG DAG 2</b> .....	53
Pesticide residues in fish for food consumption from Lake Hawassa, Ethiopia.....	54
Eremias Deribe, Bjørn Olav Rosseland, Reidar Borgstrøm, Lindis Skipperud, Brit Salbu, Zinabu Gebremariam, Elias Dadebo & Ole Martin Eklo	
Green plants for bioenergy and aquaculture fish health .....	55
Jihong Liu Clarke	
Horizon 2020 - Norway's biggest Research and Technological Development programme - your platform for international success .....	56
Gudrun Langthaler & Kirsti Anker-Nilssen	
Kostnadseffektivitet av tiltak - effekt på fosfortap .....	57
Sigrun H. Kværnø & Marianne Bechmann	
Kost-effektvurderinger av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer .....	58
Karen Refsgaard	
Fosforavrenning fra jordbruksarealer på Jæren - betydningen av jordas fosforstatus .....	59
Marianne Bechmann, Hilmar Sævarsson & Tore Krogstad	
Bruk av biokull kan redusere planters opptak av tungmetaller.....	60
Agnieszka Medynska-Juraszek, Daniel Rasse & Erik Joner	
Husdyrgjødsel til biogass, hva skjer med jord og avlinger? .....	61
Anne-Kristin Løes	
Nanopartikler av jern til å fjerne klorerte miljøgifter fra jord (NanoRem) .....	62
Erik Joner	
Hvordan overvåke transport av forurensninger i jord og grunnvann? .....	63
Helen K. French	
Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder .....	64
Roger Roseth	
Prosjektet VARCLIM - tilpasning av engvekster til endret klima .....	65
Odd Arne Rognli	
Framtidas plantegen - kor finst dei? .....	66
Liv Østrem, Petter Marum & Arild Larsen	
Varmere klima - hva sier modellene om fremtidens grovfôrproduksjon? .....	67
Mats Höglind	
Vil varmere høster gi dårligere overvintring?.....	68
Sigrídur Dalmannsdóttir, Marit Jørgensen, Liv Østrem, Marcin Rapacz, Arild Larsen & Odd Arne Rognli	
Varmere klima - nye muligheter: Men snømuggen følger med på lasset .....	69
Anne Marte Tronsmo	
Testing av sorter og foredlingsmaterialer av engvekster - Er dagens system godt nok å møte klimautfordringene? .....	70
Petter Marum	
Landskapsarven - sammen gjør vi en bedre jobb .....	71
Ellen Svalheim	
Tradisjonell økologisk kunnskap - en mulighet til å markedsføre norske landbruks-produkter?.....	72
Bolette Bele	
Næringsutvikling i landbruket basert på landskap og naturmiljø .....	73
Paul Sverre Røe	

Makroalger - ny verdikjede for regional næringsutvikling.....	74
Margarita Novoa-Garrido & Åsbjørn Karlsen	
Regional involvering av industrien i makroalgesatsingen - eksempel fra Sørfold kommune .....	75
Nils Eivind Kamfjord & Arve Ulriksen	
Arter og sorter av makroalger til forskjellige bruk - muligheter og flaskehalser .....	76
Christian G. Bruckner & Åsbjørn Karlsen	
Hvordan påvirker klimaet produksjonen på utmarksbeite.....	77
Anders Nielsen	
Aktivitetsmønster hos sau i innhegnet forsøk i Minnestølen, Hol .....	78
Nicolai Hermann Jørgensen	
Lammeproduksjon på beite - samspill mellom kjønn og miljø.....	79
Geir Steinheim	
Sauebeiting motvirker klimainduserte vegetasjonsendringer i norske fjell .....	80
James D.M. Speed, Gunnar Austrheim, Alison Hester, Atle Mysterud, Øystein Holand	
Kjennetegn ved de som vil slutte med sauehold.....	81
Ola Flaten	
Matproduksjon på norske arealressursar med og utan import av fôrråvarer .....	82
Anne Kjersti Bakken & Astrid Johansen	
Produksjon av norsk mjølk og storfekjøtt i eit livsløpsperspektiv.....	83
Astrid Johansen	
Langvarige engforsøk - resultat over 40 år .....	84
Ilevina Sturite	
Verknad av traktorkøyring på jord, næringsstoffutnytting og engavling .....	85
Synnøve Rivedal, Hugh Riley, Tor Lunnan & Ilevina Sturite	
Nitrogentap i form av N <sub>2</sub> O fra kløverrikt eng gjennom vinteren .....	86
Ilevina Sturite, Synnøve Rivedal & Peter Dörsch	
Ensilering og fôr kvalitet i kløverrikt materiale .....	87
Anne Kjersti Bakken, Merko Vaga, Mårten Hetta, Åshild T. Randby & Håvard Steinshamm	
Vekstrytme og avlingspotensial i raudkløvereng .....	88
Håvard Steinshamm, Mats Höglind, Liv Østrem & Anne Kjersti Bakken	
Hvordan øke avling og kvalitet i norske poteter .....	89
Per Y. Steinholt	
Hva betyr jordtype for skallkvalitet? Nytt det å løsne jorda etter setting?.....	90
Eldrid Lein Molteberg	
Mot en online analyse av tørrstoff og indre defekter i hel potet.....	91
Trygve Helgerud	
Oppspirings hastighet, tidlighet og dvaletid for potetsorter.....	92
Per J. Møllerhagen	
Sortsutvikling for Norske forhold - målsetting og strategier .....	93
Bjarne Kjøs	
Bekjempelse av potetcystenematoder (PCN) over 50 år i Norge .....	94
Ricardo Holgado & Christer Magnusson	
Status for PCN-kartlegging og nasjonalt PCN-register.....	95
Terje Røyneberg	

Sennep som mellomvekst mot nematodar .....	96
Mette Feten Graneng	
Riktig valg av sort for å begrense skade av gul potetcystenematode (PCN) .....	97
Ricardo Holgado, Irene Rasmussen, Christer Magnusson & Kari-Ann Strandenes	
Tørråte - smittekilder, resistens og sprøytestrategier .....	98
Ragnhild Nærstad, Vinh Hong Le, Shiva Shankar Sharma, Abdelhameed Elameen & May Bente Brurberg	
Svartskurv - anastomosegrupper og fungicidfølsomhet .....	99
Ragnhild Nærstad, Vinh Hong Le, Yang Shuai & Arne Hermansen	
Blørråte og stengelråte på potet i Norge - bakteriepopulasjoner i forandring .....	100
May Bente Brurberg & Juliana Perminow	
Virusoverførende bladlus - et problem i norsk potetproduksjon .....	101
Ingeborg Klingen, Toril Sagen Eklo, Carl Jonas Jorge Spetz & Borghild Glorvigen	
Vår- og høsthvetesorter - avling, kvalitet og resistens .....	102
Mauritz Åssveen & Unni Abrahamsen	
Hvor mye vann tåler kornet? .....	103
Morten Lillemo	
Stivelse og fiber i bygg og havre - teknologisk og helsemessig kvalitet .....	104
Ann Katrin Holtekjølen	
Tilpasning av norsk hveteproduksjon (Future Wheat) .....	105
Anette Moldestad	
Frøsmitte av sjukdommer i proteinvekster - en undervurdert smittekilde? .....	106
Guro Brodal	
Strategier for bekjempelse av sjukdommer i proteinvekster .....	107
Unni Abrahamsen	
Hvordan finner ertevikler vertsplanten? - en historie om lukt i erteviklerbekjempelse .....	108
Gunda Thöming	
Betydning av <i>Fusarium</i> og <i>Microdochium</i> på såkorn .....	109
Guro Brodal, Margit Oami Kim, Birgitte Henriksen & Håkon Tangerås	
Endringer i forekomst av <i>Fusarium graminearum</i> .....	110
Heidi Udnes Aamot, Ingerd Skow Hofgaard & Guro Brodal	
<i>Fusarium langsethiae</i> og mykotoksiner i havre .....	111
Ingerd Skow Hofgaard, Heidi Udnes Aamot, Jafar Razzaghian, Elisa Gauslaa, Hege Særvold Steen & Guro Brodal	
Effektivitet av nitrogen og energi i melkeproduksjon på Vestlandet .....	112
Matthias Koesling, Gustav Fystro & Sissel Hansen	
Langtidsstudier på Tingvoll gard - jordanalyser, engavlinger og handelsbalanser .....	113
Martha Ebbesvik & Liv Solemdal	
Djurvålfærd i økologisk lantbruk .....	114
Emma Brunberg	
OSCAR hvem er det? Dagens og fremtidens strategier for bekjempelse av rotugras i økologisk produksjon .....	115
Lars Olav Brandsæter & Kjell Mangerud	
Ugrasharving i korn - en metode aktuell for flere enn økobonden .....	116
Kjell Mangerud & Lars Olav Brandsæter	
Kan FoU løse utfordringer i grøntbransjen? .....	117
Bente Stensland	



Økt kornproduksjon - flaskehalsen som skal løses .....	118
Ingvar Hage	
<b>SAMMENDRAG AV PLAKATER</b> .....	119
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Korn på marine avsetninger .....	120
Inga Greipsland & Johannes Deelstra	
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Husdyrproduksjon og korn i Trøndelag .....	121
Inga Greipsland & Johannes Deelstra	
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra kornarealer i ravinelandskap på Østlandet .....	122
Marit Hauken	
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra korn, grønnsaks- og potetarealer på Østlandet .....	123
Marianne Bechmann	
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra grønnsaks- og potetarealer på Sørlandet .....	124
Marianne Bechmann	
Vannkvalitet i jordbruksbekker: Eng i Nord-Norge .....	125
Rikard Pedersen	
Risikovurdering av blandinger av plantevernmidler i vann .....	126
Karina Petersen, Marianne Stenrød & Knut Erik Tollefsen	
<i>Quinoa</i> - tradisjonsrik vekst i ny kontekst .....	127
Susanne Friis Pedersen	
Artsblandinger i eng .....	128
Åshild Ergon	
Endringar i bruk av slåttemark i eit kystlandskap 1969-2010 .....	129
Pål Thorvaldsen	
The Norwegian Latin American Seaweed Network-LATIN SEAWEED network .....	130
Céline Rebours, Leila Hayashi, Eliane Marinho-Soriano, Julio A. Vasquez, Daniel Robledo, Paul Kradolfer, Gonzalo Soriano, Raul Ugarte, Maria Helena Abreu, Grete Hovelsrud, Ingrid Bay-Larsen, Rolf Rødven, José A. Zertuche-González	
Seaweed – a resource for organic farming .....	131
Céline Rebours, Susanne Friis Pedersen, Ingunn Øvsthus & Michael Y. Roleda	
Seaweed diseases – unknown threats to the Norwegian seaweed industry .....	132
Michael Y. Roleda, Maria Herrero, Céline Rebours, Erik Lysøe, Christian Bruckner, Marte Meland, Merete Wiken Dees, Dag-Ragnar Blystad, Stig A. Borgvang, Åsbjørn Karlsen, Arne Hermansen & Margarita Novoa-Garrido	
Bruk av teknologi i moderne husdyrhold - etologi og produksjon .....	133
Lise Aanensen, Grete Meisfjord Jørgensen & Vibeke Lind	
Kalveoppdrett i økologisk melkeproduksjon .....	134
Julie Føske Johnsen	
Mjølkeproduksjon i økologisk landbruk - langtidsstudier på Tingvoll gard .....	135
Turid Strøm	
Bruk av NoFence på tamrein .....	136
Grete H.M. Jørgensen & Svein Morten Eilertsen	
Tap av lam på beite - med fokus på jerv, gaupe og rødrev .....	137
Inger Hansen & Rolf Rødven	
Biofilm - en strategi for overlevelse .....	138
Lene K. Vestby, Trond Møretrø, Solveig Langsrud, Even Heir, Live L. Nesse	

Biofilm - et miljø for spredning av farlige gener .....	139
Live L. Nesse, Heidi Solheim, Camilla Sekse, Yngvild Wasteson, Lene K. Vestby & Anne Margrete Urdahl	
Biofilm - naturlig bekjempelse .....	140
Lene K. Vestby, Kristin Berg, Anne Aamdal Scheie, Silvio Uhlig, Tore Benneche, Ingun L. Witsø & Live L. Nesse	
Økende forekomst av cefalosporinresistente <i>Escherichia coli</i> i den norske slaktekyllingproduksjonen .....	141
Madelaine Norstöm, Jannice S. Slette-meås, Atle Løvland, Solveig Sølverød Mo, Anne Margrete Urdahl, Marianne Sunde	
Siv - ny biologisk kunnskap .....	142
Wiktorija A. Kaczmarek-Derda, Lars Olav Brandsæter, Knut A. Solhaug, Liv Østrem, Arve Arstein, Håkon Pedersen & Jan Netland	
Transkripsjonsanalyse av potetknoller infisert med tørråte .....	143
Merete Wiken Dees, Mads Sønderkær, Monica Skogen, Even Sannes Riiser, Vinh Hong Le, Kåre Lehman Nielsen & May Bente Brurberg	
Angrep av <i>Pseudomonas</i> på busker og trær i Norge .....	144
Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, Inger-Lise Wetlesen Akselsen, May Bente Brurberg & Venche Talgø	
Gråskimmel på juletrær i Norge .....	145
Venche Talgø, Gunn Mari Strømeng & Inger Sundheim Fløistad	
Ny bladflekkssjukdom på daglilje ( <i>Hemerocallis</i> spp.) i Norge .....	146
Gunn Mari Strømeng, May Bente Brurberg, Eva Vike & Venche Talgø	
Frøsmitte - årsak til angrep av <i>Sydowia polyspora</i> på nordmannsedelgran i planteskoler? .....	147
Guro Brodal, Iben Margrete Thomsen, Eleonora Høst, Heidi Røsok Bye, Arne Stensvand og Venche Talgø	
VIPS - a collaboration platform for integrated pest and disease management (IPM) in agriculture ...	148
Berit Nordskog, Tor-Einar Skog, Håvard Eikemo, Halvard Hole, Annette F. Schjøll, Guro Brodal, Jan Netland, Nina Trandem & Trond Rafoss	
Molecular and biochemical analysis of plant root exudates response to phosphorus starvation .....	149
Yanliang Wang, Sissel Haugslie, Marit Almvik, Nicholas Clarke, Anne Falk Øgaard, Jihong Liu Clarke	
Forfatterregister .....	150



# Program for Bioforsk-konferansen 2014



## Onsdag 5. februar 2014

10.00	Fellesesjon - I		
11.30	Lunsj		
12.30	A1 - Internasjonal forskning - I	B1 - Agronomi - I	C1 - Husdyr - I
13.45	Pause		
14.00	A2 - Internasjonal forskning - II		C2 - Husdyr - II
14.30		B2 - Agronomi - II	
15.25	Pause		
15.45	Fellesesjon - II		
20.00	Middag		



## Torsdag 6. februar 2014

08.30	A3 - Internasjonal forskning - III	D3 - Matsikkerhet Varclim - I	C3 - Husdyr - «Sau i drift» - I	E3 - Potet - Dyrkningsteknikk	F3 - Korn - Sorter og dyrkningsteknikk	G3 - Økologisk - I
09.45	Pause					
10.00	H4 - Miljø - I	D4 - Matsikkerhet Varclim - II	C4 - Husdyr - «Sau i drift» - II	E4 - Potet - Sorter	F4 - Korn - Kvalitet	G4 - Økologisk - II
10.45	Plakatutstilling					
11.15	Lunsj					
12.15	H5 - Miljø - II	I5 - Kultur-landskap	K5 - Grovfôr - I	E5 - Potet - plante-helse - I	F5 - Korn - plante-helse - I	L5 - Innspill-seminar - forskningsbehov framover - I
13.30	Pause					
13.45	H6 - Miljø - III	J6 - Makroalger	K6 - Grovfôr - II	E6 - Potet-plantehelse - II	F6 - Korn - plante-helse - II	L6 - Innspill-seminar - forskningsbehov framover - II
15.00	Slutt					

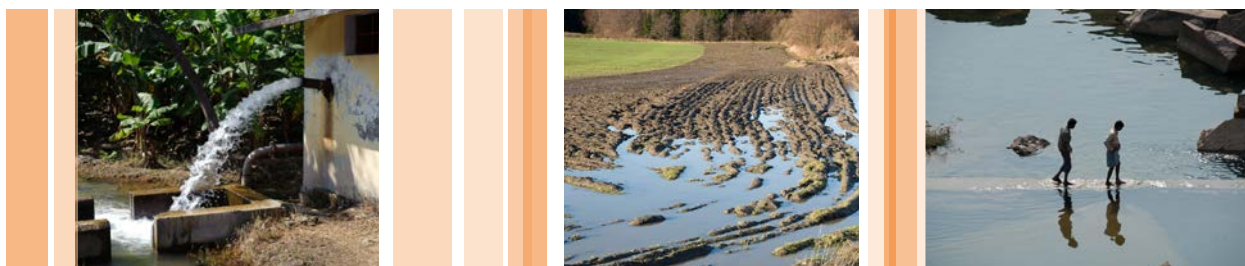


## FELLESSESJON - I ■ ONSDAG

*Møteledere: Nils Vagstad, forskningsdirektør i Bioforsk og Erik Revdal, direktør i Bioforsk Midt-Norge*

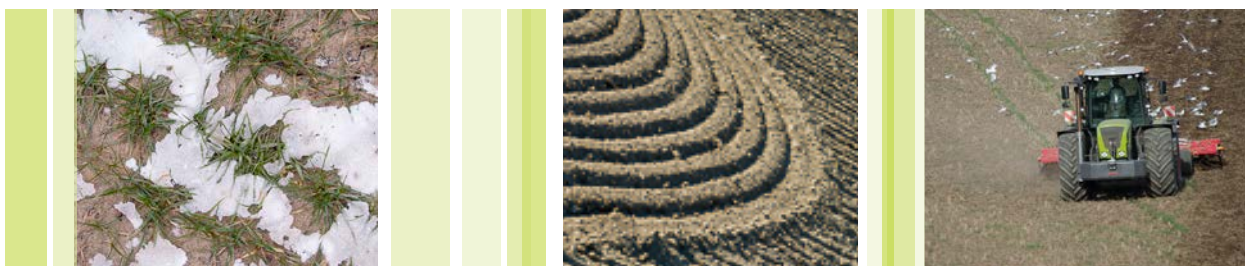
10.00	Velkommen	Harald Lossius, administrerende direktør i Bioforsk
10.10	Kulturinnslag	Sigrid Myklebust, sang/vokal, og Jørgen Kasbo, gitar
10.20	Åpning av konferansen	Sigbjørn Johnsen, fylkesmann i Hedmark
10.30	Norsk landbruk og forskning gjennom 125 år - trender og framtidige premisser	Christian Anton Smedshaug, daglig leder i Agri Analyse
11.00	Food security and sustainable development in Africa; challenges and opportunities	Appolinaire Djikeng, Director International Livestock Research Institute, Nairobi
11.30	Lunsj	





## INTERNASJONAL FORSKNING ■ ONSDAG

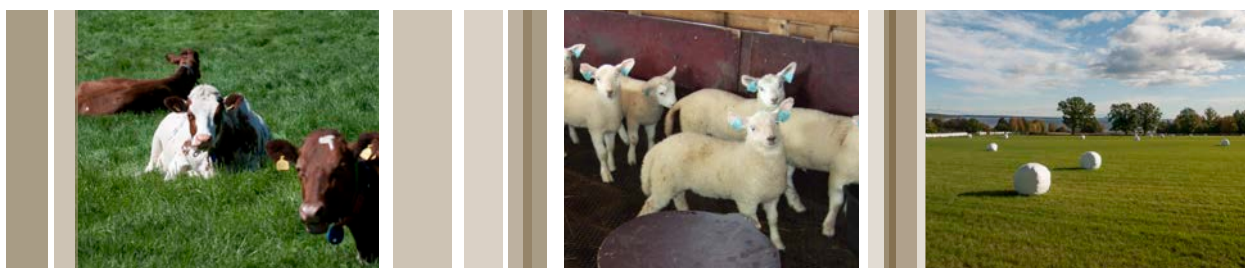
<b>A1</b>	<b>12.30 Internasjonal forskning - I</b>	<b>Side</b>
	<i>Møteleder: Sindre Langaas, Norsk institutt for vannforskning</i>	
	12.30 Science-based contribution to Water Policy	Geoffrey D. Gooch, Centre for Water Law Policy and Science, University of Dundee 36
	12.50 How to feed the next one billion people? Climate, water and economical challenges	Udaya Sekhar Nagothu, Bioforsk 37
	13.10 Managing current and future variability of water resources through	Vladimir Smakhtin, International Water Management Institute, innovative storage solutions Colombo 38
	13.30 Questions and discussion	
	13.45 Break	
<b>A2</b>	<b>14.00 Internasjonal forskning - II</b>	
	<i>Møteleder: Ingrid Nesheim, Norsk institutt for vannforskning</i>	
	14.00 Climate smart agriculture: experience and insights from country level implementation	Andrea Cattaneo, Agricultural Development Economics Division, FAO 39
	14.20 Questions and discussion	
	14.30 Water use efficiency and new irrigation methods	Johannes Deelstra, Bioforsk 40
	14.50 Groundwater dependent ecosystems - experiences from Europe's flagship project	Bjørn Kløve, Bioforsk 41
	15.10 Questions and discussion	
	15.25 Break	



## AGRONOMI ■ ONSDAG

<b>B1</b>	12.30 Agronomi - I	Side
	<i>Møteledere: Kirsti Anker-Nilssen, Norges forskningsråd</i>	
	12.30 Agronomi for økt matproduksjon - utfordringer og muligheter	Lillian Øygarden, Bioforsk/Norges miljø- og biovitenskapelige universitet 42
	12.50 Framtidas planteproduksjon - tilpasset jordas produktivitet og et robust plantemateriale	Anne Kjersti Uhlen, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet 43
	13.10 Hva har vi lært gjennom 35 års forsøk med redusert jordarbeiding på morenejord?	Hugh Riley, Bioforsk 44
	13.30 Spørsmål/diskusjon	
	13.45 Pause	
	 14.00 Felles program med Internasjonal forskning (se side 14)	
 <b>B2</b>	 14.30 Agronomi - II	
	<i>Møteleder: Jon Mjærum, Norsk Landbruksrådgiving</i>	
	14.30 Europeisk landbruk i et klima i endring (MACSUR)	Mats Höglind, Bioforsk 45
	14.50 Framtidas presisjonsjordbruk - universalt verktøy eller fortsatt high tech for de få?	Audun Korsæth, Bioforsk
	15.10 Spørsmål/diskusjon	
	15.25 Pause	





## HUSDYR ■ ONSDAG

### C1 12.30 Husdyr - I

Side

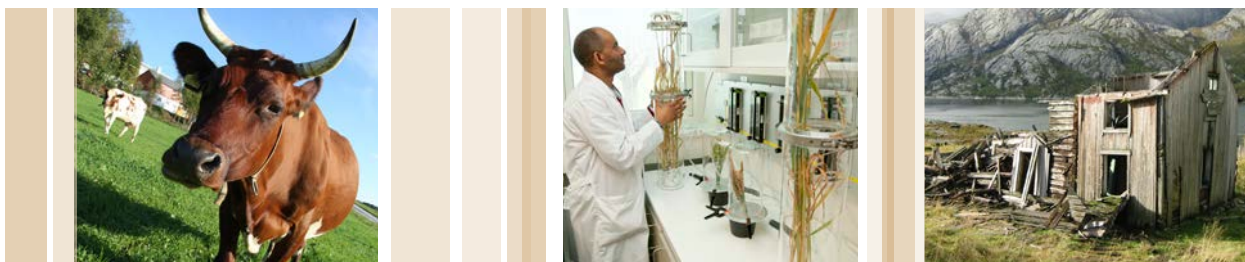
*Møteleder: Asbjørn Helland, Nord-Trøndelag Bondelag*

12.30	NMBU - nye fjøs og nye utfordringer	Torstein Steine, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	46
12.50	MACSUR - utfordringer for husdyrproduksjon i et framtidig klima	Odd Magne Harstad, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	47
13.10	Husdyrforskning 2020 - prioriteringer frå kraftfôrindustrien i Europa	Knut Røflo, Felleskjøpet Fôrutvikling AS	48
13.30	Spørsmål/diskusjon		
13.45	Pause		

### C2 14.00 Husdyr - II

*Møteleder: Asbjørn Helland, Nord-Trøndelag Bondelag*

14.00	Både mjølk og kjøtt - optimal bruk av norske ressurser	Laila Aass, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	49
14.20	Jod i melk og matvarer - viktig for ernæring og helse	Egil Prestløy, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	50
14.50	Moderne mjølkeproduksjon - hva med dyras helse og velferd?	Jorun Jarp, Veterinærinstituttet	51
15.10	Spørsmål/diskusjon		
15.25	Pause		



## FELLESSESJON II ■ ONSDAG

*Møteledere: Nils Vagstad, forskningsdirektør i Bioforsk og Erik Revdal, direktør i Bioforsk Midt-Norge*

15.45 Nye utfordringer for norsk landbruk

Sylvi Listhaug, landbruks- og matminister



Sylvi Listhaug  
Landbruks- og matminister  
2013 -

16.15 Panelsamtale

*Konferansier: Ola Rygh, fagdirektør i Statens Landbruksforvaltning*



Johan C. Løken  
Landbruksminister  
1981 - 1983



Dag Terje Andersen  
Landbruksminister  
1996 - 1997



Lars Sponheim  
Landbruksminister 2001 - 2004  
Landbruks- og matminister -2005



Lars Peder Brekk  
Landbruks- og matminister  
2008 - 2012



Nils Bjørke  
Leder Norges Bondelag  
2009 -



Ann Merete Furuberg  
Leder Norsk Bonde- og  
Småbrukarlag 2010 -

18.00 Slutt for dagen

19.00 Hotellet åpner bar i Vinterhagen

20.00 Middag

Glåmdal storband spiller til dans



## INTERNASJONAL FORSKNING ■ TORSDAG

### A3 08.30 Internasjonal forskning - III

Side

*Møteleder: Per Stålnacke, Bioforsk*

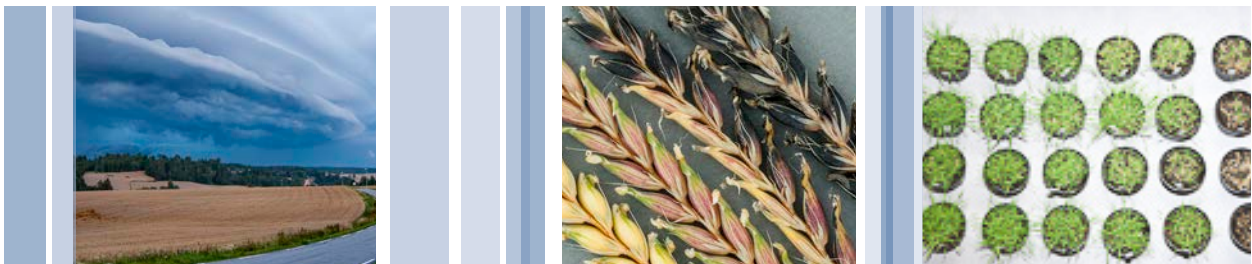
08.30	Pesticide residues in fish for food consumption from Lake Hawassa, Ethiopia	Ole-Martin Eklo, Bioforsk	54
08.50	Green plants for bioenergy and aquaculture fish health	Jihong Clarke, Bioforsk	55
09.10	Horizon 2020 - Norway's biggest Research and Technological Development programme - your platform for international success	Gudrun Langthaler & Kirsti Anker-Nilssen, Norges forskningsråd	56
09.30	Questions and discussion		
09.45	Break		





## MILJØ ■ TORSDAG

<b>H4</b>	10.00	<b>Miljø - I</b>		Side
		<i>Møteleder: Lars Johan Rustad, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning</i>		
	10.00	Kostnadseffektivitet av tiltak - effekt på fosfortap	Sigrun H. Kværnø, Bioforsk	57
	10.15	Kost-effektvurderinger av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer	Karen Refsgaard, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning	58
	10.30	Spørsmål/diskusjon		
	10.45	Plakatutstilling		
	11.15	Lunsj		
<b>H5</b>	12.15	<b>Miljø - II</b>		
		<i>Møteleder: Håvard Elstrand, Fylkesmannen i Hedmark</i>		
	12.15	Fosforavrenning fra jordbruksarealer på Jæren - betydningen av jordas fosforstatus	Marianne Bechmann, Bioforsk	59
	12.35	Bruk av biokull kan redusere planters opptak av tungmetaller	Erik Joner, Bioforsk	60
	12.55	Husdyrgjødsel til biogass, hva skjer med jord og avlinger?	Anne-Kristin Løes, Bioforsk	61
	13.15	Spørsmål/diskusjon		
	13.30	Pause		
<b>H6</b>	13.45	<b>Miljø - III</b>		
		<i>Møteleder: Jørn Georg Berg, Fylkesmannen i Hedmark</i>		
	13.45	Nanopartikler av jern til å fjerne klorerte miljøgifter fra jord (NanoRem)	Erik Joner, Bioforsk	62
	14.05	Hvordan overvåke transport av forurensninger i jord og grunnvann?	Helen K. French, Bioforsk	63
	14.25	Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder	Roger Roseth, Bioforsk	64
	14.45	Spørsmål/diskusjon		
	15.00	Slutt		



## MATSIKKERHET ■ TORSDAG

### D3 08.30 Varclim - I

Side

*Møteleder: Øystein Johnsen, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet*

08.30	Prosjektet VARCLIM - tilpasning av engvekster til endret klima	Odd Arne Rognli, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	65
08.40	Framtidens plantegen - kor finst dei?	Liv Østrem, Bioforsk	66
09.00	Varmere klima - hva sier modellene om fremtidens grovfôrproduksjon?	Mats Höglind, Bioforsk	67
09.15	Vil varmere høster gi dårligere overvintring?	Sigrídur Dalmannsdóttir, Bioforsk	68
09.30	Spørsmål/diskusjon		
09.45	Pause		

### D4 10.00 Varclim - II

*Møteleder: Øystein Johnsen, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet*

10.00	Varmere klima - nye muligheter: Men snømuggen følger med på lasset	Anne Marte Tronsmo, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	69
10.15	Testing av sorter og foredlingsmaterialer av engvekster - Er dagens system godt nok til å møte klimautfordringene?	Petter Marum, Graminor	70
10.30	Spørsmål/diskusjon		
10.45	Plakatutstilling		
11.15	Lunsj		

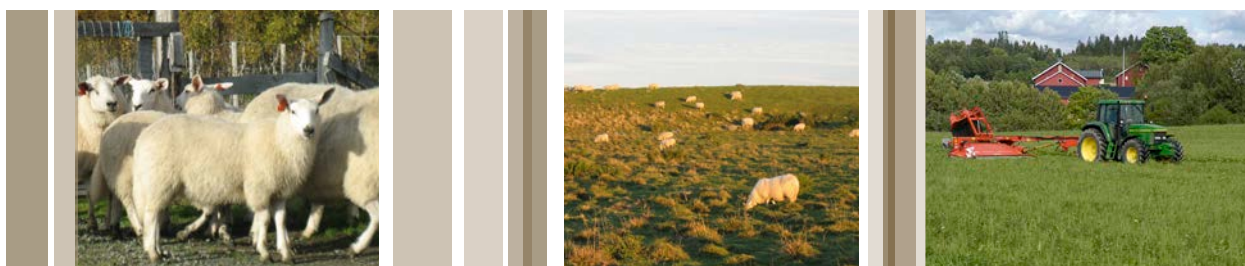


## KULTURLANDSKAP ■ TORSDAG

<b>15</b>	<i>Møteleder: Lise Hatten, Miljødirektoratet</i>		<b>Side</b>
Kl. 12.15	Landskapsarven - sammen gjør vi en bedre jobb	Ellen Svalheim, Bioforsk	71
Kl. 12.35	Tradisjonell økologisk kunnskap - en mulighet til å markedsføre norske landbruksprodukter?	Bolette Bele, Bioforsk	72
Kl. 12.55	Næringsutvikling i landbruket basert på landskap og naturmiljø	Paul Sverre Røe, Proneo	73
Kl. 13.15	Spørsmål/diskusjon		
Kl. 13.30	Pause		

## MAKROALGER - INNOVASJONSRETTET REGIONAL NÆRINGSUTVIKLING ■ TORSDAG

<b>J5</b>	<i>Møteleder: Trond Helgerud, FMC BioPolymer AS</i>		<b>Side</b>
Kl. 13.45	Makroalger - ny verdikjede for regional næringsutvikling	Margarita Novoa-Garrido, Bioforsk	74
Kl. 14.05	Regional involvering av industrien i makroalgesatsingen - eksempel fra Sørfold kommune	Nils Eivind Kamfjord, Elkem Salten	75
Kl. 14.25	Arter og sorter av makroalger til forskjellige bruk - muligheter og flaskehals	Christian Bruckner, Bioforsk	76
Kl. 14.45	Spørsmål/diskusjon		
Kl. 15.00	Slutt		



## HUSDYR OG GROVFÔR ■ TORSDAG

C3	08.30 «Sau i drift» - I	Side
	<i>Møteleder: Frode Vik, Nortura</i>	
	08.30 Hvordan påvirker klimaet produksjonen på utmarksbeite	Anders Nielsen, Universitetet i Oslo 77
	08.50 Aktivitetsmønster hos sau i innhegnet forsøk i Minnestølen, Hol	Nicolai Hermann Jørgensen, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet 78
	09.10 Lammeproduksjon på beite - samspill mellom kjønn og miljø	Geir Steinheim, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet 79
	09.30 Spørsmål/diskusjon	
	09.45 Pause	
C4	10.00 «Sau i drift» - II	
	<i>Møteleder: Frode Vik, Nortura</i>	
	10.00 Gjengroing - sauen holder tregrensa i sjakk	Øystein Holand, Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet 80
	10.15 Kjennetegn ved de som vil slutte med sauehold	Ola Flaten, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning 81
	10.30 Spørsmål/diskusjon	
	10.45 Plakatutstilling	
	11.15 Lunsj	
K5	12.15 Grovfôr - I	
	<i>Møteleder: Bjørn Mathisen, Norsk Landbruksrådgiving</i>	
	12.15 Matproduksjon på norske arealressursar med og utan import av fôrråvarer	Anne Kjersti Bakken, Bioforsk 82
	12.35 Produksjon av norsk mjølk og storfekjøtt i eit livsløpsperspektiv	Astrid Johansen, Bioforsk 83
	12.55 Langvarige engforsøk - resultat over 40 år	Ilevina Sturite, Bioforsk 84
	13.15 Spørsmål/diskusjon	
	13.30 Pause	
K6	13.45 Grovfôr - II	
	<i>Møteleder: Bjørn Mathisen, Norsk Landbruksrådgiving</i>	
	13.45 Verknad av traktorkøyning på jord, næringsstoffutnytting og engavling	Synnøve Rivedal, Bioforsk 85
	14.00 Nitrogentap i form av N <sub>2</sub> O fra kløverrikt eng gjennom vinteren	Ilevina Sturite, Bioforsk 86
	14.15 Ensilering og fôr kvalitet i kløverrikt materiale	Anne Kjersti Bakken, Bioforsk 87
	14.30 Vekstrytme og avlingspotensial i raudkløvereng	Håvard Steinshamn, Bioforsk 88
	14.45 Spørsmål/diskusjon	
	15.00 Slutt	



## POTET ■ TORSDAG

E3	08.30 Dyrkningsteknikk	Side
	<i>Møteleder: Kåre Oskar Larsen, Norsk Landbruksrådgiving</i>	
	08.30 Hvordan øke avling og kvalitet i norske poteter	Per Y. Steinholt, Bioforsk 89
	08.50 Hva betyr jordtype for skallkvalitet? Nytter det å løsne jorda etter setting?	Eldrid Lein Molteberg, Bioforsk 90
	09.10 Mot en online analyse av tørrstoff og indre defekter i hel potet	Trygve Helgerud, NOFIMA 91
	09.30 Spørsmål/diskusjon	
	09.45 Pause	
E4	10.00 Sorter	
	<i>Møteleder: Trygve Kirkerød, Bama</i>	
	10.00 Oppspiringshastighet, tidlighet og dvaletid for potetsorter	Per J. Møllerhagen, Bioforsk 92
	10.15 Sortsutvikling for norske forhold - målsetting og strategier	Bjarne Kjøs, Graminor 93
	10.30 Spørsmål/diskusjon	
	10.45 Plakatutstilling	
	11.15 Lunsj	
E5	12.15 Plantehelse - I	
	<i>Møteleder: Solveig Johnsen, Findus Norge</i>	
	12.15 Bekjempelse av potetcystenematoder (PCN) over 50 år i Norge	Ricardo Holgado, Bioforsk 94
	12.30 Status PCN-kartlegging og nasjonalt PCN-register	Terje Røyneberg, Mattilsynet 95
	12.45 Sennep som mellomvekst mot nematodar	Mette Feten Graneng, Norsk Landbruksrådgiving 96
	13.00 Riktig valg av sort for å begrense skade av gul potetcystenematode (PCN)	Ricardo Holgado, Bioforsk 97
	13.15 Spørsmål/diskusjon	
	13.30 Pause	
E6	13.45 Plantehelse - II	
	<i>Møteleder: Siri Abrahamsen, Norsk Landbruksrådgiving</i>	
	13.45 Tørråte - smittekilder, resistens og sprøytestrategier	Ragnhild Nærstad, Bioforsk 98
	14.05 Svartskurv - anastomosegrupper og fungicidfølsomhet	Ragnhild Nærstad, Bioforsk 99
	14.15 Bløtråte og stengelråte på potet i Norge - bakteriepopulasjoner i forandring	May Bente Brurberg, Bioforsk 100
	14.30 Virusoverførende bladlus - et problem i norsk potetproduksjon	Ingeborg Klingen, Bioforsk 101
	14.45 Spørsmål/diskusjon	
	15.00 Slutt	





## KORN ■ TORSDAG

### F3 08.30 Sorter og dyrkningsteknikk

Side

*Møteleder: Idun Christie, Graminor*

08.30 Vår- og høstvetesorter - avling, kvalitet og resistens

Mauritz Åssveen, Bioforsk

102

09.00 Hvor mye vann tåler kornet?

Morten Lillemo, Norges miljø- og  
biovitenskapelige universitet

103

09.30 Spørsmål/diskusjon

09.45 Pause

### F4 10.00 Kvalitet

*Møteleder: Lars Fredrik Stuve, Norske Felleskjøp*

10.00 Stivelse og fiber i bygg og havre - teknologisk og helsemessig kvalitet

Ann Katrin Holtekjølen, NOFIMA

104

10.15 Tilpasning av norsk hveteproduksjon (Future Wheat)

Anette Moldestad, NOFIMA

105

10.30 Spørsmål/diskusjon

10.45 Plakatutstilling

11.15 Lunsj

### F5 12.15 Plantehele - I

*Møteleder: Bjørn Gimming, Norges Bondelag*

12.15 Frøsmitte av sjukdommer i proteinvekster - en undervurdert smittekilde?

Guro Brodal, Bioforsk

106

12.35 Strategier for bekjempelse av sjukdommer i proteinvekster

Unni Abrahamsen, Bioforsk

107

12.55 Hvordan finner ertevikler vertsplanten? - en historie om lukt i erteviklerbekjempelse

Gunda Thöming, Bioforsk

108

13.15 Spørsmål/diskusjon

13.30 Pause

### F6 13.45 Plantehele - II

*Møteleder: Harald Solberg, Norsk Landbruksrådgiving*

13.45 Betydning av *Fusarium* og *Microdochium* på såkorn

Guro Brodal, Bioforsk

109

14.05 Endringer i forekomst av *Fusarium graminearum*

Heidi Udnes Aamot, Bioforsk

110

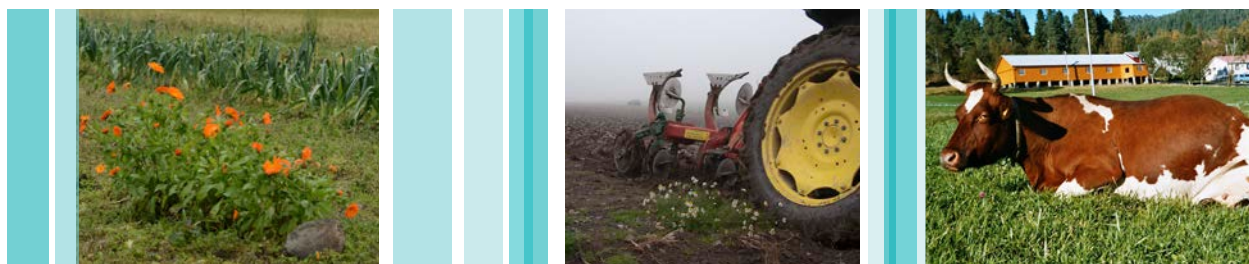
14.25 *Fusarium langsethiae* og mykotoksiner i havre

Ingerd Skow Hofgaard, Bioforsk

111

14.45 Spørsmål/diskusjon

15.00 Slutt



## ØKOLOGISK ■ TORSDAG

<b>G3</b>	08.30 <b>Økologisk - I</b>		Side
	<i>Møteleder: Jakob Bjerkem, Oikos - Økologisk Norge</i>		
	08.30 Effektivitet av nitrogen og energi i melkeproduksjon på Vestlandet	Matthias Koesling, Bioforsk	112
	08.50 Langtidsstudier på Tingvoll gard - jordanalyser, engavlinger og handelsbalanser	Liv Solemdal, Bioforsk	113
	09.10 Djurvelfærd i økologisk lantbruk	Emma Brunberg, Bioforsk	114
	09.30 Spørsmål/diskusjon		
	09.45 Pause		
<b>G4</b>	10.00 <b>Økologisk - II</b>		
	<i>Møteleder: Jakob Bjerkem, Oikos - Økologisk Norge</i>		
	10.00 «Oscar hvem er det?» Dagens og fremtidens strategier for bekjempelse av rotugras i økologisk produksjon	Lars Olav Brandsæter, Bioforsk/ Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	115
	10.15 Ugrasharving i korn - en metode aktuell for flere enn økobonden	Kjell Mangerud, Høgskolen i Hedmark	116
	10.30 Spørsmål/diskusjon		
	10.45 Plakatutstilling		
	11.15 Lunsj		



## INNSPILLSEMINAR ■ TORSDAG

### L5 12.15 Forskningsbehov framover - I

*Møteleder: Kari Kolstad, Statens landbruksforvaltning*

- 12.15 FFL/JAs overordnede målsettinger - utfordringer
- 12.35 Søknads-prosedyrer FFL/JA i 2014
- 12.55 Bionær - veien videre
- 13.15 Økt kornproduksjon - flaskehalsen som skal løses
- 13.30 Pause

Erling Lae, Styreleder FFL/ og Fylkesmann i Vestfold

Kari Kolstad, Statens landbruksforvaltning

Trond Einar Pedersen, Norges Forskningsråd

Ingvar Hage, Bioforsk

Side

118

### L6 13.45 Forskningsbehov framover - II

*Møteleder: Kari Kolstad, Statens landbruksforvaltning*

- 13.45 Kan FoU løse utfordringer i grøntbransjen?
- 14.05 Paneldebatt
- 15.00 Slutt

Bente Stensland, Gartnerhallen

117



# Jord- og plantekulturforskningen 125 år

Olav Arne Bævre  
Bioforsk  
olav.arne.bavre@bioforsk.no

## Begynnelsen

Året 1889 var et tidsskille i det å framskaffe kunnskap om kulturplanter og plantekultur. Selskapet for Norges Vel foretok beslutninger som førte til en overgang fra enkle utprøvinger til systematisk forskning og forsøksvirksomhet. Utprøvingene i eksperimentfeltet ved «Den høiere Landbruksskole paa Aas» kunne ikke lenger oppfylle krav om tilstrekkelig og sikker kunnskap. Selskapet for Norges Vel engasjerte seg sterkt i markforsøksvirksomheten fra 1887 og ansatte Bastian Larsen som forsøksleder fra 1. januar 1889. Den videre utviklingen av det forsøksmetodiske kan tilskrives Bastian Larsen, hans utrettelige arbeid og kompetanse (jf. Erling Strand sin beskrivelse).

Helt fra Selskapet for Norges Vel ble stiftet i 1809 var kunnskap og opplæring, matforsyning og utviklingen i jordbruket prioriterte områder. Selskapet var en drivende kraft og det dreide seg om å legge til rette for nasjonal utvikling generelt og tematiske satsinger (vandrelærere, reiseagronomer, drensmestre, diskusjonsfora etc.) av kortere eller lengre varighet. Innenfor plantedyrking var sortsspørsmål og tilgang på egnet såvare høyest prioritert. Sortsproblematikk, frøkvalitet og avl av såvare ble nok vurdert som de viktigste utfordringene for å oppnå økt produksjon og bedret utbytte. Selskapet for Norges Vels interesse for markforsøk førte til nye krav:

Forsøksvirksomheten må gis et større omfang og en mer fremtredende plass som ledende institusjon i jordbruket

Forsøkene må spres så de gir den sikreste mulige veiledning for jordbruket i de forskjellige landsdeler

Forsøksmetodene må tilpasses slik at vekstene kan prøves under vanlige dyrkingsvilkår så resultatene noenlunde trykt kan overføres til praksis, men samtidig «uten å tape nøiaktighet under sammenligningen»

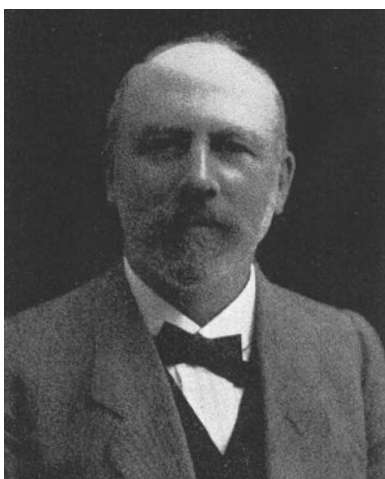
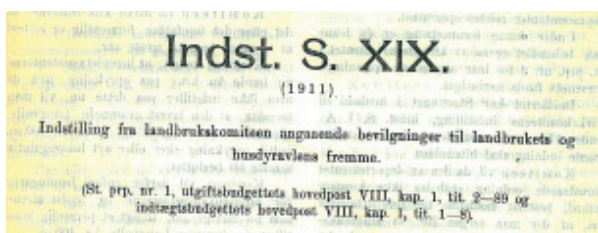
Bastian Larsen kom fra en stilling som lærer ved Haug landbruksskole i Vardal. Allerede i 1883 fikk han et stipend fra Selskapet for Norges Vel for «å studere visse grener av plantekulturen i Danmark og Sverige, særlig avl og behandling og analyse av markfrø». I 1888 fikk han på nytt stipend med omtrent samme formål.

Selskapets faglige arbeid var delt inn i fire klasser. Larsen igangsatte straks arbeidet med å utarbeide en forsøksplan sammen med Jordbruksklassen. Denne ble deretter godkjent av selskapets direksjon. Allerede våren 1889 ble det anlagt 12 felt med høyvekster (hovedsakelig timotei og kløver) og 9 kornfelt (bygg- og havresorter) på 21 gårdsbruk på Østlandet. Forsøkene ble gjentatt og omfanget økte de påfølgende årene. I 1891 uttalte direksjonen at «man begynner å øine ganske pålitelige resultater, for de tre års forsøk viser ganske stor ensartethet i utsalgene». Etter det fjerde forsøksåret fant forsøkslederen å kunne utpeke en del sorter som hadde utmerket seg i prøvingene. Larsen publiserte nødig resultater fra forsøk med kortere varighet enn tre år. I 1895 omtales og anbefales rød-kløversorten Molstad (fra gården Molstad i Gran) som overlegen i forhold til andre kløversorter. Anbefalingen holdt seg i ca. 100 år.

Mens forsøksfeltene de tre første årene bare omfattet Østlandet, ble det fra 1893 anlagt felt også i Trøndelag, Bergen- og Stavangerregionen. Man innså etter hvert at å basere seg kun på spredte felt var utilfredsstillende både økonomisk og faglig. Behovet for en fast forsøksstasjon ble fremmet. Der kunne man utføre «utfyllende og korrigerende» forsøk og samtidig produsere såvarer. Forsøksstasjonen ble i 1896 lagt til *Den høiere Landbruksskole paa Aas*. Larsen kunne nå ta i bruk det gamle eksperimentfeltet (eksperimentalfeltet på 11 dekar som var tatt i bruk i 1863) og samtidig anlegge forsøksfelt på gårdsbruket for øvrig.

## Staten overtar ansvaret for plantekulturforskningen

Landbruksdepartementet hadde allerede i 1895 drøftet en mulig overtakelse av markforsøkene, men Selskapet for Norges Vel ønsket å få denne virksomheten «i mer faste former» før en overtakelse var aktuell. To år senere var forsøksstasjonen med ansatte i drift på Ås og det lå til rette for at staten kunne overta.



Bastian R. Larsen, 1856-1919. Grunnlegger av markforsøkene i Norge.

Bildet er hentet fra Skarstad, H.J. 2010.

Bevilgninger til markforsøkene kom med i statsbudsjettet for 1898-1899, og dermed var markforsøkene statens ansvar.

Det tok ikke lang tid før spørsmålet om flere statlige forsøksstasjoner i plantekultur dukket opp. Diversiteten i klima, topografi og jordbunn for planteproduksjon var viktige argumenter for en etablering av flere faste forsøksstasjoner. I perioden 1908-1910 ble det innledet en konstruktiv prosess for etablering av stasjoner i de viktigste jordbruksområdene. Det ble ansatt forsøksledere og avertert etter egnete gårdsbruk i de aktuelle regionene.

Opprettelsen av de første forsøksstasjonene var en viktig sak for Landbrukskomiteen i dens innstilling for 1911. Her ble planene for Vold (Voll), Møystad (Møystad) og Forus behandlet som stasjoner for hhv. nordenfjelds, Østlandet og Vestlandet. Komiteen anbefalte bevilgninger til forsøksstasjoner for plantekultur på Vold og Møystad, mens kostnadene ved Forus var så høye at en utsettelse kunne være aktuelt. I tillegg engasjerte Sørlandet seg og ville ha sin egen forsøksstasjon, eventuelt «konkurrere om sted for en eventuelt felles stasjon for Vest- og Sørlandet». Etter grundige drøftinger i Stortinget den 7. juni 1911 ble

## Bastian R. Larsen

Født: 28. oktober 1856, Grue i Hedmark

### Utdanning

- Agronom fra Jønsberg landbruksskole 1876
- Landbrukskandidat fra Den høiere Landbruksskole paa Aas 1882

### Karriere:

- Lærer ved Haug Landbruksskole, Vardal 1882-1886
- Styrer av Frøkontrollen i Kristiania
- Styrer ved Vinterlandbruksskolen
- Leder for Norges Vels forsøksvirksomhet 1889
- Overlærer fra 1898, senere professor ved Norges landbrukshøgskole 1914-1918
- Konstituert direktør ved landbrukshøgskolen 1913-1918

### Utmerkelser:

- Ridder av 1.klasse av St. Olavs Orden 1909 «for fortjeneste av landbruket»
- Ridder av 1. klasse av Dannebrogordenen

### Verker:

- Aarsberetninger om Norges Landbrukshøiskoles Akervekstforsøg, årlig 1889-1918
- Om Metoder i Markforsøg, den 2. nordiske landbrukskongress, Stockholm 1897
- Erindringsliste over planteslag og kulturmidler, årlig 1904-18
- Om muligheter for å innskrenke de feil som ved markforsøgene betinges av jordens uensartethet, i Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, København 1905
- Om Akervekstforsøgenes mangler, i Tidsskrift for det norske landbrug, 1906
- Arbeidsregler for de spredte markforsøk under Norges landbrukshøiskoles akervekstforsøk, 1918

Døde: 4. juli 1919

Opplysninger fra Hasund 19375, Strand 2009

det bevilget nærmere 106 000 kroner til opprettelse av tre forsøksstasjoner i plantekultur.

Bak beslutningene i 1911 lå det et omfattende arbeid. Forsøkslederne leverte sine innstillinger til Landbruksdepartementet høsten 1910 med begrunnede



Gårdsbruk i 1930-årene. Slitet og vilkåra i landbruket har endret seg mye de siste 100 årene.



*Kornstaur i snø:* Med det sortsmaterialet man hadde var det vanskelig å få modent korn i Norge. Kornet ble ofte ettermodnet på stauren. Å lage nye sorter tilpasset norsk klima var viktig for å sikre norsk selvforsyning.



*Forsker som har dyrka graset høyere enn kona: Engvekstdyrking har vært et sentralt arbeidsområde helt siden Forus ble opprettet i 1911.*

valg av lokalitet. Jevn jordkvalitet og tilgang på ulike og representative jordtyper var viktige kriterier som lå til grunn for anbefalingene. Et sentralt spørsmål i utvalgsfasen, i tillegg til de forsøktekniske, var om forsøksstasjonene skulle lokaliseres i tilknytning til landbruksskoler eller om lokaliseringen skulle være uavhengig av disse. Det sistnevnte argumentet ble fulgt.

Som et innspill til dagens lokaliseringdebatt i Trøndelag kan det vises til den utredning og de vurderingene som ble gjort for vel hundre år siden. Det kan nevnes at prestegården Tuff (Tuv) nær Mære landbruksskole var aktuell som stasjon i Trøndelag. Argumentene mot denne lokaliseringen var bl.a. at den var frostutsatt og at beliggenheten var uhensiktsmessig for besøkende sammenlignet med alternativene ved Trondheim. Av de argumentene som brukt for Vold i Trondheim var kommunikasjon og nærheten til potensielle samarbeidsparter. Framlegget i St. prp. nr. 1 viser at departementet hadde fremtidsperspektiver for forskningen: «Et annet forhold, der spiller en langt annen rolle - og som maaske i fremtiden vil spille en endnu større - er forsøksstationens beliggenhet i nærheten av den tekniske høiskole (etablert 1910) og den kemiske kon-

trolstation (i drift fra 1885). Landbruk og teknik har mange berøringspunkter og flere vil maaske opdages jo mere landbruksutviklingen gaar frem. Tages hensyn til dette forhold, er det indlysende, at Trondhjems omgivelser byder fordele fremfor noget andet sted; ti skal forsøksstationen beliggende paa et andet sted kunne forutsettes at arbeide under likesaa gunstige forhold i denne henseende, som ved Trondhjem, vil den i alle fald maatte utstyres med hjælpemidler, som der for tiden er liten utsigt til at opnaa».

Fra 1918 ble det opprettet en rekke nye forsøksstasjoner/forsøksgårder og nettet av faste forsøkssteder ble tettet til i mange tiår fremover.

Det private og den regionale forvaltningens engasjement har hele tiden stått sentralt i utviklingen av plantekulturforskningen. Det norske myrselskaps etablering av en nasjonal myrforsøksstasjon på Mære (fradelt fra prestegården Tuff) i 1907 og Hedemarkens amts foredlingsstasjon på Hjellum i Vang (etablert 1904) er eksempler fra tiden før staten fikk en formell rolle i plantekulturforskningen.

Konsekvensen av et omfattende nett av faste forsøkssteder var en reduksjon i omfanget av spredte felt. Opprettelsen av Hedmark forsøksring i 1937 representerte noe nytt her i landet og viste næringens engasjement og behov for anvendt kunnskap. Antall forsøksringer og medlemmer økte sterkt i tiden fra 1962 og frem til at forsøksringene begynte å slå seg sammen og danne større og mer spesialiserte enheter. Samarbeidet mellom den statlige forsøksvirksomheten (Norges landbrukskøleskole og forskningsstasjonene) og forsøksringene har gjort det mulig å ha en plantekulturforskning som kunne utføre «utfyllende og korrigerende forsøk» og forsøk i samarbeid med de som skal bruke kunnskapen i sin produksjon.

### Nyskapende, konstruktiv og kritisk

Bastian Larsen representerte noe nytt med sin konstruktive og kritiske forhold til forsøksvirksomheten. Kunnskapen om forsøksmetodikk var beskjeden blant de som arbeidet med utprøvinger her i landet på den tiden. Larsen hadde bl.a. gjennom kontakt med forskningen i våre naboland, trolig også Rothamsted i England og tyske forskningsmiljø tilegnet seg kunnskap som han tok i bruk i sitt virke.

Tidligere professor Erling Strand beskriver situasjonen og Larsen sitt bidrag slik: Kunnskap om forsøksmetodikk og forsøksteknikk var meget mangelfull når det gjaldt rent forsøkstekniske forhold som plassering av forsøkene, antall forsøksledd, antall gjentak, rutefordeling, rutestørrelse, ruteform, radavstander, såmengder m.m. En hadde heller ingen effektive metoder til å skille virkningen av et forsøksledd fra andre forhold som kunne påvirke resultatene.

Larsen var meget tidlig klar over forsøkernes ufullkommenhet og betydningen av å få riktige, nøyaktige og sikre resultater. Allerede i 1894 tok han i bruk sin egen målestokkmetode i markforsøk for å eliminere virkningen av jordvariasjon på forsøksresultatene. I 1897 la han, som en av de første i verden, frem resultater av undersøkelser om rutestørrelse og rutefordeling i markforsøk, basert på sine senere så berømte blindforsøk.

Forskningsvirksomheten resulterte i flere avhandlinger, som ble lagt merke til internasjonalt. Viktigst var *Om Metoder for Markforsøg* og *Om muligheter for å innskrenke de feil som ved markforsøgene betinges av jordens uensartethet*. Han skrev et stort antall artikler i fagpresse og dagspresse og beretninger om



*Engvekstforedling:* Å utvikle nye sorter tilpasset nordnorsk klima har vært et viktig arbeid ved Vågønes. Her er man i full sving med å krysse planter som skal bli til en ny grassort.

utført forskningsarbeid hvert år i perioden 1889-1918. Han gav også ut *Erindringsliste over planteslag og kulturmidler* hvert år fra 1904. Denne var lenge jordbrukernes viktigste kildekrift for plantedyrking i praksis.

### Referanser

- Anon. 1989. Forskning for en tryggere framtid. Nordisk fagseminar 9.-11. 8. 89, Steinkjer. Pp 371. (ISBN 82-991161-2-0)
- Grue, P.H. 1989. Åpning. Forskning for en tryggere framtid. Jord- og plantekulturforskning i 100 år. Pp 9-13.
- Hasund, S. 1937. Det Kgl. Selskap for Norges Vel, Bind II 1809-1909. Pp 568. Mariedals Boktrykkeri, Gjøvik 1941.
- Landbruksdepartementet. 1911. Indst. SXIX (1911), Indstilling fra Landbrukskomiteen angående bevilgning til landbrukets og husdyravlens fremme. St. prp. nr. 1, s. 33.
- Landbruksdepartementet. 1911. St. prp. nr. 1. Hovedpost VIII (1911). Om bevilgning til landbrukets og husdyravlens fremme. Landbruksdepartementets indstilling av 7de januar 1911, som er bifaldt ved kongelig resolution av samme dag, pp246.
- Skarstad, H.J. 2010. Landsverneplan for Bioforsk. Del 1. Forsøkshistorie 1889-2006. Del 2. Verna bygninger og kulturmiljø. Bioforsk FOKUS 5(4):192 s. (ISBN 978-82-17-00653-4, ISSN 0809-8662)
- Strand, E. A. 2009 (13. februar). Bastian R Larsen. I Norsk biografisk leksikon. Hentet 29. desember 2013 fra [http://nbl.snl.no/Bastian\\_R\\_Larsen](http://nbl.snl.no/Bastian_R_Larsen)
- Stortingsreferat 1911. Forhandlinger i Stortinget (nr. 234), Landbruksbudsjettet 7. juni 1911.



# Korsmo 150 år: «Ukas ugras 2013»



Helge Sjursen & Erling Fløistad  
Bioforsk  
helge.sjursen@bioforsk.no

Sesongen 2013 publiserte Bioforsk.no i samarbeid med Forskning.no en spalte, «Ukas ugras», der en kunne lære mer om 15 utvalgte kjente og ukjente ugrasarter, som plutselig kunne dukke opp i en hage eller åker i nærheten. Som en avslutning på jubileum-såret (Sjursen & Fløistad 2013) presenteres alle de 15 artiklene i et eget hefte i serien Bioforsk TEMA. Her gjengis de fleste ingressene.

## Løvetann - en nyttig plage

Løvetann er en stor plage for plen- og hageeiere, og det krever litt å bli kvitt den. Men det er faktisk ikke så lenge siden blomsten med bustehodet fikk stå i fred. Og visste du at løvetannblad passer godt i sommersalaten? Eller hva med et glass løvetannvin?

## Krypsoleie - et vandrende ugress

Krypsoleiens vandrende stengel gjør at den kan danne kloner ved siden av morplanten og hindrer andre planter i å vokse. Derfor er den en svært ubuden gjest i hager og blomsterbed. Men med litt kunnskap om planten og planlegging av blomsterbedet, er det mulig å sette en stopper for vandringen.

## Skvallerkål - ugress, medisiner og matplante

Skvallerkål ble innført av munke som medisiner mot gikt i middelalderen og var brukt som matplante under krigen. For hageeiere er den kanskje mest kjent som et plagsomt ugress det er vanskelig å bli kvitt, men skvallerkålen er et av våre mest anvendelige ugress.

## Engsoleie - mangslungen smørblomst

Smørblomsten er et av våre mest vanlige ugress. Men visste du at den populære blomsten, som har blitt brukt i barnelek i generasjoner, faktisk kan irritere huden og er giftig for storfe?



Stornesle - den allsidige brenneslen

Stornesle har gjennom tidene blitt brukt i alt fra mat og drikke til folkemedisin og tekstiler. En Bioforsk-undersøkelse bekrefter også at brenneslen har nesten like høyt antioksidantnivå som supermaten blåbær. Antioksidanter er kjent for å ha en helsefremmende effekt.

Ugressklokke - prydelig plante til besvær

Ugressklokka er så vakker når den blomstrer at planteskoler brukte å selge den som prydplante. Men har dette ugresset først kommet inn i hagen, er det ikke lett å få det ut!

Smånesle - sårbar brennesle

I motsetning til sin storebror storneslen, har småneslen blitt kraftig redusert i senere år. Situasjonen er nå så alvorlig at denne brenneslen regnes som sårbar og står oppført i Norsk Rødliste.

Burot - pollenallergikernes skrekk og allsidig medisinplante

Det er ikke mange planter pollenallergikerne skyr mer enn ugraset burot. Pollenet er sterkt allergifremkallende og sprer seg lett med vinden. Men buroten er også en nyttevekst med mange ulike bruksområder - fra krydder til medisinplante.

Groblad - hardfør helseplante

Ingen ugras tåler bedre å bli tråkket på enn grobladet. Dessuten drar den nytte av det, for da klistrer de klebrige frøene seg fast og sørger for at planten sprer seg. Derfor finnes den i plener og grasmark i hele Norge. Men denne robuste planten er også en antioksidantbombe og sett på som et effektivt sårmiddel.

Smalkjempe - ugras og historieforteller

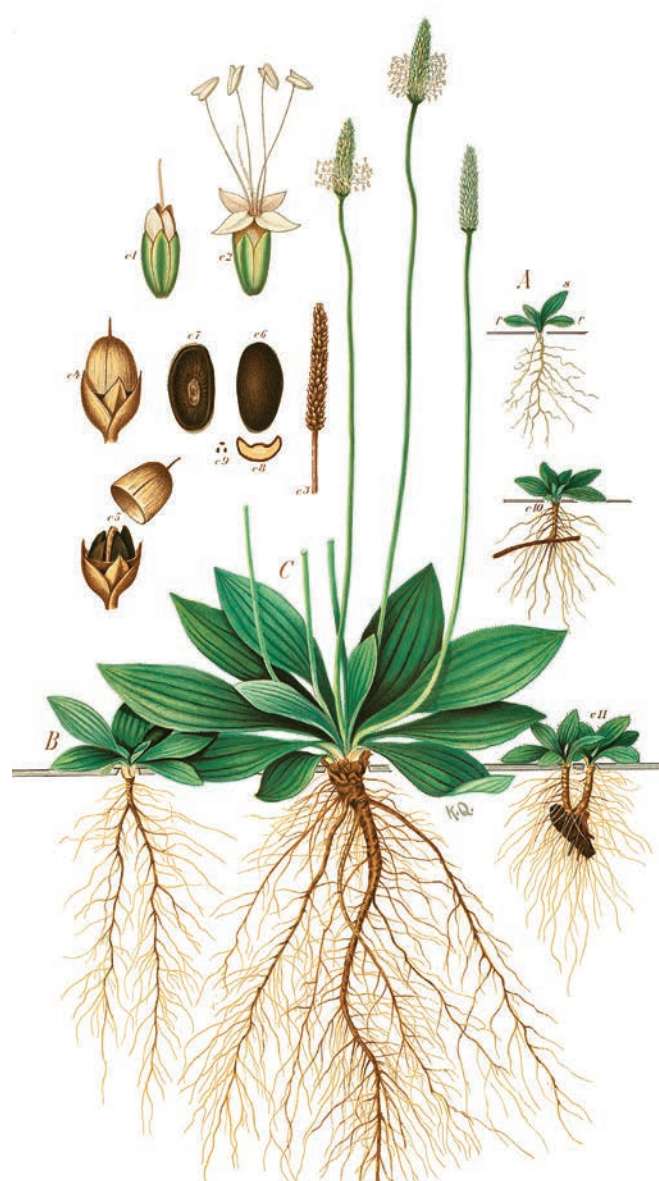
Som nissen på lasset har smalkjempen fulgt utbredelsen av jordbruket i Norge gjennom tidene. I dag er dette ugraset den sikreste vegetasjonshistoriske indikatoren vi har på når det kom åkerdyrkende folk til et område.

Dunkjempe - velduftende ugras brukt i lek og medisin

Barneleken "å slå kjempe" er opphavet til dunkjempens navn. Planten som ofte opptrer som ugras i plener på Østlandet, har også blitt brukt som sårmiddel og mot tannpine i folkemedisinen.

**Referanse**

Sjursen, H. og Fløistad, E. 2013. Korsmo 150 år: «Om bekjempelse av ugresset». Bioforsk FOKUS, 8(2): 356-358.



Nr. 23. *Plantago media* L.  
Mettlerer Wegerich - Hoary plantain - Plantain moyen - Dunkjempe



# Sammendrag dag 1



# Science-based contributions to Water Policy



Geoffrey D. Gooch  
Centre for Water Law,  
Policy and Science (under the  
auspices of UNESCO) University  
of Dundee, Scotland, UK  
g.d.gooch@dundee.ac.uk

A major challenge in the move to sustainable water and environmental management is the incorporation of scientific and other forms of information (such as local knowledge) into the science-policy interface and into the policy process itself. Despite the considerable amount of effort put into research into the factors influencing policy, the mechanisms of this knowledge integration are still unclear. Part of the problem seems to be in the differences in the initial formulation of problems; scientists are concerned with problem-solving procedures that fit into scientific disciplines, or that can be judged by others in the scientific community. Policy makers and managers, on the other hand, need concrete answers to more immediate problems. The correlation between these two ways of formulating problems is often weak. A possible solution to this is that scientists make their methods and results more understandable and accessible to policy-makers, while policy makers could also make clearer the type of information necessary for policy formulation and implementation. In order to achieve this, however, deeper knowledge of how information and knowledge are used in the policy process is necessary. This presentation will examine those mechanisms and provide examples of ways to improve the science-policy interface.

The scientific community often see themselves as the experts who can provide the knowledge necessary to manage the future; the question arises, however, who exactly *are* the experts who can discern the future? Here the problem is extenuated through a lack of

knowledge about future conditions. The only thing certain about the future is that it is uncertain; we are faced with conditions of uncertainty. At the same time, the scope of issues concerning sustainability is so wide that they encompass all aspects of society and therefore all parts of society should be included in formulating possible solutions. Ways in which different groups in society can be involved in debating their common future are also discussed in this presentation.

A major challenge for policy-makers is, as has been noted above, obtaining reliable and relevant information on which to base decisions. This information may be provided by the scientific community, but may also come from other sources. Scientific information must therefore compete with other forms in an information marketplace. This is rarely understood by the scientific community who often believe (incorrectly) that their form of information speaks for itself. We have also claimed that policy-makers need both reliable *and* relevant information. This presentation claims that information needs to be user-driven as opposed to being the result of disciplinary and scientific priorities. Basic research is of course vital as all knowledge cannot be user-driven, but a high proportion of scientific output never enters the policy process. This is either because it is not considered relevant, because it is not understood, or because it does not fit into other priorities, such as gaining and keeping public support. In order to increase scientific input it is therefore necessary to tailor research to policy needs, and/or to improve the communication of scientific results.

# How to feed the next one billion people? Climate, water and economic challenges



**Udaya Sekhar Nagothu**  
Bioforsk  
nagothu.udayasekhar@bioforsk.no

According to FAO's "The State of the Food Insecurity in the World (2012)" report, almost 870 million people (12.5 percent of the global population) were chronically undernourished in 2012. Studies show that undernourishment has evolved in line with global and regional poverty estimates. In developing countries as a whole, undernourishment declined from 23.2 to 14.9 percent from 1990-92 to 2010-12, while poverty declined from 47.5 to 22.4 percent. At the same time, there are more people that are obese, around 1.5 billion, than undernourished. Food security is not merely an issue of sufficient calorie intake, but it is also an issue of nutritional quality. And global diet patterns are closely connected to agricultural sustainability, as discussed in FAO's symposium on Sustainable Diets and Biodiversity in 2010.

Food security as a concept emerged in the mid-1970s from discussions on food supply and sufficiency at the aggregate level (global and national). This discussion neglected sufficiency at the household or individual level and focused more on food production and availability. Scientists like Amartya Sen (1980) view food security as more an issue of entitlements and distribution than merely production and availability. These views influenced the definition from the World Food Summit in 1996 which included dimensions of availability, access and utilization.

Several factors including population growth, climate change, land and water resources management, science and technology development, markets and new policies play an important role in shaping the course of food security in the respective countries;

and some of them will continue to be the main drivers in the future. There is a need to look at the various interventions (technology to legal and policy frameworks, e.g., land reforms in Vietnam; the positive and negative effects of Green revolution in India; investments in science and technology in China) that were responsible for improving food security in many countries and lessons they can provide to others. At the local and farm level, low-cost interventions (farm ponds for water conservation, new cropping systems (SRI and AWD in rice), intercropping, new crop varieties, integrated nutrient and pest management (biominerals, biological control), improving Water Use Efficiency (new irrigation and cropping systems), agro-ecological and conservation farming, showed promising results in some countries.

Bioforsk currently works in South (India, Bangladesh, Myanmar) and SE Asia (Vietnam, Philippines, China) through a number of initiatives funded by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs ([www.climaadapt.org](http://www.climaadapt.org), [www.riceclima.com](http://www.riceclima.com), [www.climaviet.org](http://www.climaviet.org)), to analyze major challenges these countries are facing from climate and economic changes and impacts on agriculture and food security. The projects are developing and testing climate smart agriculture measures with the active engagement of farmers and key stakeholders. The future of food security in these countries will depend on how well they manage their land and water resources (improving the WUE, integrated land and water resources management). Small farmers who constitute the majority in these countries should be ensured land rights and family farms should be protected from industry farming. As the growth in agribusiness and international trade continues, governments should ensure that small-scale farmers are not excluded in the process. Access to markets and credit, private sector investments and cash transfers to poor and vulnerable households should be encouraged. At the same time the right to food and food sovereignty, entitlements to food for all people and government accountability has to be made clearer.

# Managing current and future variability of water resources through innovative storage solutions



Vladimir Smakhtin  
International Water Management  
Institute, Colombo, Sri Lanka  
v.smakhtin@cgiar.org

Variability of water resources in time and space is the major natural impediment for sustainable agriculture, food production and development at large. The extremes of variability - floods and droughts - are the primary “agents” of destruction, severe crop damage and loss of human life. They kill, tens of thousands of people annually, primarily in developing countries, and cause around US\$165 billion in damage globally. This is more than current annual aid flow from developed to developing countries. Floods and droughts account for about 90 percent of all people affected by all natural disasters. Seasonal and inter-annual variability of rainfall is a significant and measurable factor in the economic development of nations, and there is a statistically significant relationship between greater rainfall variability and lower per capita GDP. Variability of water resources is set to increase with climate change, and the damage from floods and droughts may rise to over US\$450 bill by 2030. Yet current practices of managing these extremes and variability at large are far from adequate, and new approaches and solutions need to be explored. It is important to better quantify variability hot spots, risks and extent, as well as how all these are changing with changing climates globally; re-think water storage planning and development; move towards conjunctive management of floods and droughts in river basins as opposed to managing these events separately, and place more focus on subsurface storage solutions versus (or in addition to) surface ones. Re-thinking water storage implies, amongst others, i) technical and economic appraisal and design of diverse (large and small, surface and subsurface) water storage “portfolios”;

ii) explicit consideration, in river basin development, of ecosystem services provided by natural water storage “infrastructure”; iii) mainstreaming of environmental, health and livelihood aspects into large reservoir operating rules, etc. Recent research suggests that large-scale subsurface storage solutions like taming large floods through managed aquifer recharge could be effective means for managing hydrological extremes. Floods’ capture in subsurface storages every five years on average at the scale of river basins as large as Chao Praya in Thailand, for example, may ensure sufficient water supplies for irrigation in subsequent drier years, elimination of regular flooding of major urban centers, extended irrigated area by up to 270 000 ha, and income of up to US\$150 mill to smallholder farmers - annually. Examples of innovative water storage solutions that alleviate negative impacts of water resources variability, while safeguarding ecosystem services and ensuring social benefits, will be discussed.

# Climate smart agriculture: experience and insights from country level implementation



**Andrea Cattaneo**  
Agriculture and Development  
Economics Division, FAO  
andrea.cattaneo@fao.org

There is a growing recognition at international and national levels that one of the main challenges in the coming years is how to meet the increasing and changing food demands of a global population projected to be 9 billion by 2050 in a sustainable manner. This challenge is expected to be exacerbated by the impacts of climate change, which will result greater variability and frequency of climate shocks and generally negative impacts on agriculture in developing countries. In order to ensure food security in the coming decades, agricultural production systems must change significantly and become more sustainable and resilient. This transition might also generate important mitigation benefits, reducing the growth in Green House Gases (GHGs) emissions associated with conventional agricultural growth.

Recognizing that these challenges cannot be tackled in isolation from each other, FAO proposed the concept of Climate Smart Agriculture in 2010 in a background paper for the Hague Conference on Food Security, Agriculture and Climate Change. Climate- Smart Agriculture (CSA) is an approach to achieving sustainable agriculture, that explicitly includes the need for adaptation and the potential for mitigation in associated technical, policy and financing strategies. CSA seeks to support countries in securing the necessary policy, technical and financial conditions to enable them to sustainably increase agricultural productivity and incomes, build resilience and the capacity of agricultural and food systems to adapt to climate change, and seek opportunities to reduce and remove GHGs in order to meet their national food security and development goals.

In 2012 FAO, with funding from the European Community launched the project “*Climate-Smart Agriculture: capturing the synergies between mitigation, adaptation and food security*”. The project works with governments, local institutions and universities in some of the poorest regions of Malawi, Vietnam and Zambia. The project supports activities in five main areas:

- a. Building the evidence base to identify food security, adaptation and mitigation potential from agricultural strategies as well as potential synergies/trade-offs to support prioritization of actions
- b. Analyzing barriers to adoption of prioritized agricultural options practices
- c. Supporting the development of an enabling policy environment by harmonizing climate change, agriculture and food security policies
- d. Analysis of risk management options within and external to agricultural production systems
- e. Development of investment proposals to support CSA strategies with links to climate finance.

Midway through project implementation, some conclusions are emerging, as well as insights and lessons learned. The presentation will focus on these, highlighting key results from the work on the evidence base, risk management analysis and barriers to adoption, as well as the experience with supporting policy harmonization across a range of policy environments and in developing climate financing streams for agricultural investments. The presentation will conclude with implications for further research and technical work based on identified gaps from the project experience.



# Water use efficiency and new irrigation methods



Johannes Deelstra & Sekhar  
Udaya Nagothu  
Bioforsk  
johannes.deelstra@bioforsk.no

Food production in India is to a large degree depending on irrigated agriculture. The increase in population, in addition to climate change, will have a significant impact on the available water resources. Also the continued growth in the Indian economy will lead to changes in water use between the different sectors. Limited water resources are available, implying that water has to be used more efficiently in the future. One of the objectives of the ClimaAdapt project currently implemented is to contribute in increasing water use efficiency in agriculture.

## Water Use Efficiency

As water demands increase, improved water use efficiency (WUE) will become more important in the years to come. In its simplest form WUE can be defined as yield per unit of water use. To improve WUE, the crop yield per unit of water used has to be increased. The amount of water can be interpreted in different ways, i.e. 1) either as the amount of water lost through evapotranspiration or 2) the amount of water applied to the field. When considering (2), the WUE is linked to irrigation efficiencies, very much influenced by field application methods used to irrigate the crops. Method (2) is used in ClimaAdapt.

## Irrigation efficiency

Irrigation efficiency is a means of expressing the effective utilisation of irrigation water. It can roughly be divided into a canal conveyance efficiency and field application efficiency. The canal conveyance efficiency is among others determined by the length of the canals, whether the canals are lined and the operation and maintenance of water distribution

along irrigation canals. Field application efficiency is defined by the amount of water stored in the root zone, available for crop production, divided by the amount delivered to the farm field. Different irrigation systems such as basin-, furrow-, sprinkler irrigation and drip irrigation have different field application efficiencies.

## Different rice growing alternatives

With paddy rice cultivation, irrigation is practiced in such a way that the rice field is continuously ponded with water, varying in depth from 5 to 10 cm, until two weeks before harvest. The System of Rice Intensification (SRI) is a rice-growing technique that developed and evolved during the 1980s and 1990s in Madagascar. Irrigation water is applied such that an initial ponding condition in the order of 5-10 cm exists, followed by intermittent dryings and ponding of water. The system of Alternating Wetting Drying (AWD) is almost similar to SRI, at each irrigation water application applying a similar ponding condition as SRI. However in this case the next irrigation water is applied when the groundwater level has fallen to 25 cm below the soil surface. With direct drilling, seeds are sown directly in the field, without use of nursery and transplanting as is the case for SRI/AWD and traditional paddy rice. A significant amount of water can get lost in paddy rice cultivation through deep percolation. Compared to paddy rice, a great advantage of SRI/AWD is the reduction in percolation losses due to the absence of the continuous standing water on the field.

## Results

Measurements of among others water delivery to the farmer fields and yield are carried out as part of the ClimaAdapt project. Both the SRI and AWD show a reduction in the amount of water applied, while at the same time an increase in yield is observed compared to traditional paddy rice cultivation. Both results positively contribute to an increase in the water use efficiency. These results will be used by provincial governments to upscale WUE improvement programs across the provinces.

# Forvaltning av grunnvann og tilhørende økosystemer



**Bjørn Kløve**  
Bioforsk  
bjorn.klove@oulu.fi

EUs vanddirektiv setter i større grad fokus på økosystemer. Vannforvaltningen skal skje slik at økosystemer ikke skades ved endret arealbruk, drenering, eller bruk og uttak av grunnvann. Grunnvannsøkosystemer er et relativt nytt begrep som krever mer forskning. I prosjektet GENESIS har omlag 100 forskere i ulike EU-land studert ulike spørsmål om hvordan klima og arealbruk påvirker grunnvann og økosystemer. Resultatene skal brukes til å forvalte grunnvann på et bærekraftig nivå, slik at økosystemene og de godene økosystemene danner kan bevares i fremtiden.

## Grunnvannsøkosystemer i fokus

Mens det er lang tradisjon for forskning på grunnvann som ressurs, har det vært lite fokus på koblingen mellom grunnvann, økosystemer, klima og arealbruk. Såkalte grunnvannsavhengige økosystemer er viktige i GENESIS-prosjektet. Det arbeides med hvordan grunnvann påvirker økosystemer og hvilke metoder, modeller og indikatorer man kan bruke for å undersøke dette samspillet. Dette er essensiell informasjon for forvaltningen av grunnvannsressursene og hvordan forvaltningen påvirker naturmiljøet. Hvordan ta vare på og beskytte grunnvannsavhengige økosystemer er en sentral problemstilling. Det arbeides her både med vannmengde og vannkvalitet. I GENESIS utvikles det også ulike metoder for å forvalte grunnvann på et integret vis som tar hensyn til hydrologi, økologi, sosioøkonomi og lovgivning.

Les mer på [www.thegenesisproject.eu](http://www.thegenesisproject.eu)

# Agronomi for økt matproduksjon - utfordringer og muligheter



Lillian Øygarden  
Bioforsk/Norges miljø- og  
biovitenskapelige universitet (NMBU)  
lillian.oygarden@bioforsk.no

Landbruksforskningen står overfor store utfordringer fremover dersom matproduksjonen skal øke i takt med befolkningsutviklingen på en bærekraftig måte (Meld. St. nr. 9, 2011-2012). Flere utredninger siste år viser at det i Norge er nedgang i jordbruksareal og at avlingspotensialet i planteproduksjonen ikke utnyttes fullt ut. Ulike årsaker er nevnt, bl.a. behov for «bedre agronomiske metoder». Endringer i klima med økende nedbør gir stadig større utfordringer for robust og sikker matproduksjon. Selv om endret klima kan gi lengre vekstsesong, kan økende nedbør gi problem både med våronn og innhøsting. Dette gir behov for tilpasning av robuste dyrkingssystemer til mer variable klimatiske forhold. Det kreves større fokus på prosesser som foregår i jorda, både de jordfysiske forhold for kjøring og innhøsting, men også for rotutvikling og plantevekst. Dette er noe av bakgrunnen for prosjektet «AGROPRO - agronomi for økt matproduksjon. Utfordringer og muligheter.» Prosjektet foregår i perioden 2013-2017 og er finansiert av Norges forskningsråd.

AGROPRO ([www.agropro.org](http://www.agropro.org)) er et tverrvitenskapelig prosjekt der syv norske og seks internasjonale forskningsinstitusjoner samarbeider. I prosjektet deltar Bioforsk, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF), Norsk senter for Bygdeforskning, Norsk institutt for skog og landskap, Høgskolen i Hedmark og Norsk landbruksrådgiving (NLR). Prosjektet har en referansegruppe med deltagere fra Norges Bondelag, TINE, Nortura, Felleskjøpet, Norsk landbruksrådgiving og Statens landbruksforvaltning.

Målet er å bygge et sterkt agronomisk og jordfaglig kompetansemiljø for å utvikle ny kunnskap for økt og bærekraftig matproduksjon. Prosjektet har hovedfokus på agronomiske metoder i grovfôr- og kornproduksjonen. Noen tema som det forskes på:

- Testing av robust plantemateriale som er bedre i stand til å tåle jordpakking og våte forhold.
- Valg av frøblandinger til eng som kan tåle hyppig høsting, kjøring, pakking, metoder for fornying av eng, bedre vinteroverlevelse av rødkløver.
- Utvikling av metodikk og studier av rotutvikling for bedre næringsstoffutnyttelse av fosfor og nitrogen.
- Utvikling av beslutningsverktøy for jordas laglighet og redusert risiko for jordpakking.
- Måling av miljøeffekter av ulike driftssystemer, både tap av næringsstoffer med avrenning og lystgasstap til luft. Effekt av dreneringstilstand på næringsutnyttelse og lystgasstap.

AGROPRO har mål om å øke kunnskapen om hva som bestemmer lønnsomhet og produktivitet på gårdsbruk og hvilke faktorer som er avgjørende for fremtidig produktivitet. Prosjektet vil finne ut hva som styrer bondens daglige valg og hva som skal til for at den beste agronomiske kunnskap og praksis tas i bruk. Det vil bli utviklet scenarier for fremtidig utvikling av hovedproduksjonene der en vil analysere potensialet for hvordan forbedret agronomisk praksis kan bidra til økt matproduksjon.

Prosjektet legger stor vekt på formidling av agronomisk kunnskap til landbruksnæring og allmenhet. Det er valgt ut demonstrasjonsbruk for grovfôr og kornproduksjon. Her vil forskergrupper undersøke hvilke agronomiske forbedringer som skal til for å øke avlingene. Disse eiendommene vil og bli brukt til markdager. Kåring av årets agronom vil også inngå for å øke interesse og kunnskap om agronomi. Prosjektet vil brukes til undervisning (høyskole og universitet) og gi forskerrekuttering (nye PhD).

# Framtidas planteproduksjon - tilpasset jordas produktivitet og et robust plantemateriale



Anne Kjersti Uhlen  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for plantevitenskap  
anne.uhlen@nmbu.no

Landbruket står overfor en stor og viktig utfordring - å skaffe nok mat til en økende befolkning som i større grad enn tidligere vil etterspørre animalske råvarer. Planteproduksjonen må økes, men dette må skje ved miljømessige forsvarlige dyrkingsmåter. Samtidig trues viktige jordbruksområder av klimaendringer som kan forringe produksjonsevnen. Planteproduksjon av korn og grovfôr er bærebjelker for matsikkerheten i alle land, også i Norge. Norsk landbrukspolitik har en tydelig ambisjon om å øke produksjonen fra landbruket i takt med befolkningsveksten (Stortingsmelding nr. 9 (2011-2012)).

I Norge har produksjonen av både korn og grovfôr vært synkende siden 1990. Dette har skjedd som følge av både reduksjon i jordbruksarealet og en stagnasjon i avlingsutviklingen per daa. I kornforedlingen er det stadig oppnådd sortsmessig framgang, men dette potensialet tas i mindre grad ut i praktisk dyrking. Årsakssammenhengene er komplekse, men det er sannsynlig at dårligere jordfysiske forhold kan spille en viktig rolle. Dette kan knyttes til for dårlig drenering, en utvikling mot tyngre maskiner som sammen med økte nedbørmengder i vekstsesongen gir økte utfordringer med jordpakking og dårlig jordstruktur. For å nå de nasjonale målene for norsk landbruksproduksjon må de negative trendene med hensyn på produksjon av korn og grovfôr snus.

Utfordringene i planteproduksjonen kan møtes gjennom å øke avlingene uten å øke innsatsfaktorer som har en negativ virkning på miljøet. Dette kan skje ved å redusere stressfaktorer, bedre utnyttelsesgraden av næringsstoffer, eller ved

å gjøre plantene mer tolerante mot abiotisk og biotisk stress. En agronomisk praksis som gir bedre utnyttelse av næringsstoffene (improved nutrient use efficiency (NUE)) vil være et viktig tiltak, og dette krever kunnskaper og en god forståelse av hele planteproduksjonssystemet så vel som egenskaper hos plantene. I den internasjonale forskningen er det økende fokus på dette området, og det uttrykkes mål i kornforedlingen mot sorter som opprettholder høy avling og kvalitet gjennom forbedret NUE. Det er identifisert en rekke egenskaper ved plantene som enten er knyttet til bedre næringsopptak fra jord, eller til økt utnyttelse av næringsstoffene i planta og i det høstbare produktet. Sorter med bedre toleranse mot ulike typer av abiotisk stress kan også være en viktig strategi. Det er utført viktige arbeider for å kartlegge genetisk variasjon i toleranse mot anaerobe forhold i jord, som kan være forårsaket av vannmetning og/eller jordpakking. Det plantefysiologiske grunnlaget for den genetiske variasjonen blir også undersøkt.

Prosjektet AGROPRO ([www.agropro.org](http://www.agropro.org)) har som hovedmål å bidra til økt matproduksjon i Norge. En aktivitet i dette prosjektet er å undersøke hvordan vi kan gjøre plantematerialet vårt mer robust mot abiotisk stress, f.eks. på grunn av dårlig jordstruktur, jordpakking og for dårlig drenering. Nye forskningsaktiviteter er satt i gang som kopler kunnskap og jord og røtter med plantevekst og produksjonspotensial. Presentasjonen vil gi en oversikt over tilnæringsmåter og type forsøk som det arbeides med i AGROPRO, samt noen foreløpige resultater.

## Hva har vi lært gjennom 35 års forsøk med redusert jordarbeiding på morenejord?



Hugh Riley  
Bioforsk  
hugh.riley@bioforsk.no

De første forsøkene med redusert jordarbeiding (uten pløying) ved Kise forsøksgard ble etablert på slutten av 1970-tallet. Bakgrunnen var ønskene om å redusere kostnader, jordstrukturskader og erosjonsrisikoen. På denne tiden ble effektive kjemiske middel mot rotugras tilgjengelige. I løpet av årene er det blitt undersøkt flere problemstillinger med relasjon til slik jordarbeiding, bl.a. ugrasbekjempelse, halmbehandling, N-gjødsling, jordstruktur, vekstomløp mv.

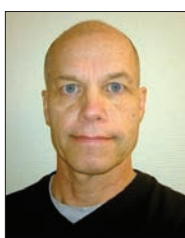
Tre av forsøkene har blitt holdt i gang t.o.m. 2013 (snitt 35 år), mens et storskalafelt på 30 dekar ble avsluttet i 2009 etter 30 år. I forsøkene er konvensjonell høstpløying, med slodding og harving om våren, sammenliknet med system uten pløying og med harving om våren. Harving er blitt utført med en Vibroflex kultivator til ca. 10-12 cm, etterfulgt av S-tind eller rotorharv til ca. 5 cm. Dessuten er virkningen av stubbharving om høsten undersøkt i en rekke år, både med og uten påfølgende pløying. Feltene er sådd samtidig på alle ledd, som regel med en slepelabbsåmaskin. Overvintrende ugras er blitt bekjempet ved årlig bruk av *glyfosat*, som regel om høsten, mens ettårige ugras er bekjempet med aktuelle sprøytemiddel. Kveke var det største problemet i tidligere år, mens tunrapp er blitt mer brydsomt i senere år. Halmrester er ikke fjernet fra feltene etter ca. 1990, men er kuttet med skurtreskeren og noen ganger med halmsnitter i tillegg. Det er ikke brukt sprøytemiddel mot insekt- eller soppangrep. Gjødsling har vært på et moderat nivå.

I gjennomsnitt lå kornavlingene på ca. 440 kg/daa for hele perioden. På de tre førstnevnte feltene var

forskjellen mellom pløyde og oppløyde ledd <2 %, mens i storskalaforsøket var det 5,5 % lavere avling ved redusert jordarbeiding enn ved pløying. Årsaken kan ligge i noe større ugrasmengder eller større jordvariasjon på dette feltet. En sammenlikning av resultater fra 33 feltår viste ingen avlingsgevinst for stubbharving om høsten, hverken med eller uten pløying. Det har vært variasjoner mellom år i avlingsutslagene for jordarbeiding, med mindre avling ved redusert jordarbeiding enn ved pløying i 54 % av alle 135 feltår, og større avling i 46 %. Forskjellene mellom jordarbeidingsmåtene var <5 % i 49 % av tilfellene og <10 % i 73 %. Redusert jordarbeiding kom best ut i noen tørre år på 1990-tallet og dårligst ut i noen fuktige år etter 2000. Vi fant få klare sammenhenger med værparametere, men det var en signifikant negativ korrelasjon mellom avlingsforskjellen (upløydd minus pløyd) og avlingsnivået. Dette tydet på at redusert jordarbeiding gav avlingsgevinst i år med lavt avlingsnivå og avlingstap i år med høyt avlingsnivå. I 2013, da det kom mye nedbør like etter spiring, ble det gjort stor skade på feltet som hadde dårligst grøftetilstand. Avlingstapet var størst ved redusert jordarbeiding, og var spesielt stort hos 6-rads bygg.

Jordanalyser har vist at redusert jordarbeiding gir opphoping av P og K i det øvre jordsjiktet, men konsentrasjonene har ikke økt i løpet av de siste 20 årene. Det har skjedd endringer i jordas tetthet og porevolum, som kan tilskrives at innholdet av organisk materiale har økt i toppsjiktet og avtatt i den nedre delen av matjorda. Vi kan ikke se at ulik jordarbeiding har endret jordas totale innhold av organisk materiale, og heller ikke dens vannlagrings- evne. Jordas luftkapasitet og luftledningsevne har vist høye verdier i hele matjordlaget uavhengig av jordarbeidingssystem, men det er tegn til at ledningsevnen ved et bestemt luftinnhold er noe lavere på oppløyd jord enn på pløyd jord. Redusert jordarbeiding har ført til markerte økninger i jordas aggregatstabilitet, og det har også ført til noe større mengder av meitemark. Disse parameterne har betydning for god vanninfiltrasjon og bevaring av god jordstruktur.

# Europeisk landbruk i et klima i endring (MACSUR)



Mats Höglind  
Bioforsk  
mats.hoglund@bioforsk.no

Det er stor usikkerhet knyttet til hvordan fremtidige klimaendringer vil virke inn på matproduksjon og matsikkerhet og hvilke tilpasninger som er nødvendige. Et europeisk prosjekt "MACSUR: Modelling European Agriculture with Climate Change for Food Security" er satt i gang for å studere dette. Hovedmålet for prosjektet er å utvikle og anvende modeller til å vurdere risikoer og undersøke hvilke effekter klimaendringer kan ha for europeisk landbruk. 73 partnerinstitusjoner fra 17 land deltar i det europeiske forskningssamarbeidet. Det er et mål at forskere med bakgrunn fra ulike fagdisipliner skal gå sammen i et felles modelleringsmiljø for å studere effekter av et endret klima på landbruk og matproduksjon lokalt, regionalt og på europeisk nivå. Arbeidet er organisert i tre internasjonale nettverk; planteproduksjon (Crop), husdyrproduksjon (Livestock) og handel og økonomi (Trade). Fra Norge deltar NMBU, NILF og Bioforsk i de tre nettverkene. Disse samarbeider også gjennom et felles norsk konsortium. Målet med denne presentasjonen er å gi en oversikt over aktivitetene innenfor plante-modellering i MACSUR. Det vil også bli orientert om noen av de tverrfaglige aktivitetene i prosjektet. En tilsvarende presentasjon av aktivitetene innenfor husdyrmodellering blir gitt på annen plass under konferansen.

## Plantemodellering i MACSUR

Et endret klima kan påvirke lengden av vekstsesongen, avlingspotensialet og dyrkningssonene for ulike vekster. Endret klima med endrete nedbør og temperaturforhold, kan ha både positive og negative effekter på planteveksten. I MACSUR vil dette bli modellert for mange forskjellige planteslag og dyrkingsområder. Det norske arbeidet er fokusert på

modellering av korn og grasproduksjon under nordlige forhold. Eksempel på mer eksotiske produksjoner som våre søreuropeiske kollegaer arbeider med er oliven og sitrus.

Mye av arbeidet i den første fasen av MACSUR handler om å identifisere, kvantifisere og redusere usikkerheter i modellberegninger over fremtidig matproduksjon. Simulert planteproduksjon påvirkes av en rekke faktorer, fra valget av klimascenario og metode for nedskalering av klimadata fra globalt til lokalt nivå, til valget av plantemodell, metode og datagrunnlag for kalibrering av den aktuelle modellen for de forhold en ønsker å simulere. Gjennom å sammenlikne ulike modeller og metoder vil en kunne identifisere styrker og svakheter. Det vil i sin tur vil gjøre det lettere å velge rett modell og metode til den enkelte simuleringstudien. Arbeidet vil også gi grunnlag for forbedringer av modellene. For eksempel kan det være behov for å endre hvordan enkelte prosesser simuleres. Det kan også være behov for mer omfattende kalibrering der en trenger mer eksperimentell data.

Parallelt med ovenstående arbeid vil en gjøre tverrfaglige studier. Det skal gjøres detaljstudier i noen utvalgte områder i Europa. Ett av studieområdene representerer et nordisk kaldt klima. Her vil en simulere konsekvenser av klimaendring på både planteproduksjon, husdyrproduksjon, økonomi og handel. I en tenkt andre fase av MACSUR (se nedenfor) vil en gjøre tilsvarende simuleringer for hele Europa.

JPI- Joint Programming Initiative er et europeisk initiativ for å knytte forskningssamarbeid mellom nasjonale forskningsråd tettere sammen for utvalgte tema. FACCE-JPI er et slikt samarbeid for temaet; Joint Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change. MACSUR er første pilotprosjekt som del av FACCE-JPI. Norges forskningsråd finansierer den norske deltagelsen. Den første fasen av MACSUR løper over tre år, til mai 2015. Deretter er det planlagt å søke midler for en andre fase.

## Les mer om MACSUR

FACCE-JPI: [www.faccejpi.com](http://www.faccejpi.com)

MACSUR: [www.macsur.eu](http://www.macsur.eu)

## NMBU - nye fjøs og nye utfordringar



**Torstein Steine**  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap  
torstein.steine@nmbu.no

No er NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) i sving. Det store byggeprosjektet har starta, og første fase er nye fjøs. Det skal byggjast fjøs til ku, gris, sau og geit for NOK 320 mill. I dette er det og administrasjonsbygg, verkstad og fjøs til stoffskifteforsøk. Heilt nye fjøs bygt etter ei samla planlegging er ikkje mindre enn fantastisk for forskningsmiljøet ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. Det same gjeld og for ein stor del av det veterinære miljøet som etter kvart flytter til Ås. I tillegg til dette samla prosjektet er pelsdyr nyetablert på Syverud som ligg eit par kilometer frå Ås gård. Der kjem det og etter alt å døma nytt hus for fjørfeforskning. Med desse bygga på plass er NMBU betre rusta til husdyrforskning enn UMB nokon gong har vore. Det aller meste er finansiert over Kunnskapsdepartementet sitt budsjett. Nyetableringa av pelsdyr er delvis finansiert av erstatning for at den gamle pelsdyrgarden måtte vika for varmesentralen. Det moglege fjørfehuset ser ut til å verta finansiert av næringsaktørar i samarbeid med universitetet.

Det er nok av utfordringar å ta tak i framover, så dette er svært velkome. Den første utfordringa er sjølvstekt å ha midlar til å kunna driva forskning i desse nye bygga. Det er nemleg berre husa som er finansierte, ikkje forskningsaktivitet. Som tidlegare må det finansierast ved at forskningsmiljøa skaffar prosjektmidlar frå diverse konkurransarenaer. I tillegg til forskning vil desse nye fjøsa vera eit godt hjelpemiddel i mykje av undervisninga, både av husdyr- og veterinærstudentar.

Akkurat i slutten av 2013 har IHA fått gjennomslag for prosjekt med ein samla portefølje på NOK 65 mill. Mykje aktivitet i fleire av desse prosjekta vil føregå i dei nye fjøsa. Det er faktisk så mykje at me kan rekna forskningskapasiteten i fjøsa å vera fullbooka dei første åra. Det betyr at dei investerte midlane straks begynner å gi avkastning.

Dei store spørsmåla framover, der dei nye fjøsa kan ha betydning, er å finna løysingar på fôrressurssituasjonen. I dag er mykje, kanskje altfor mykje, av fôret til norske husdyr og laks importert. Greier me gjennom forskning å finna nye fôrmiddel som ikkje er avhengige av dyrka mark, tillegg til at husdyra vert endå meir effektive til å omsetja fôr til mat, og at arealavkastinga i planteproduksjonen går opp, kan dette gå svært bra. Med sikte på akkurat dette søkjer NMBU om eit senter for forskningsdriven innovasjon med namn "Foods of Norway" der målet er å finna nye fôrmiddel som er baserte på mellom anna naturgass, skog og alger, både makroalger og mikroalger. I dette arbeidet vil og betre avl for fôrutnytting hos husdyr og laks inngå. Det er eit godt samarbeid med næringa, både landbruk, skog og algeproduksjon. Dette ser ut til å ha eit godt fotfeste i industrien, på same tid som det vekkjer politisk interesse på grunn av at det verkeleg møter noko av den store framtid utfordringa, nemleg ein miljømessig god måte å skaffa meir mat på.

# MACSUR - utfordringer for husdyrproduksjon i et framtidig klima



Odd Magne Harstad<sup>1</sup>, Helge Bonesmo<sup>2</sup> & Seyda Özkan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, <sup>2</sup>Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
odd.harstad@nmbu.no

De forventede klimaendringene vil virke inn på matproduksjonen og matsikkerheten, og det vil bli nødvendig å tilpasse produksjonene til endringene i klima. Planlegging av god tilpasning til endret klima for jordbruket forutsetter forskningsbasert kunnskap både om de positive mulighetene og de negative effektene av et endret klima. Med dette som bakgrunn ble det i 2012 startet et europeisk prosjekt kalt MACSUR: "Modelling European Agriculture with Climate Change for food security". Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap (IHA), NMBU, Bioforsk og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) deltar i tre nettverk for modellering av henholdsvis husdyrproduksjon, planteproduksjon, handel og økonomi.

Endringene i klimaet vil utvilsomt virke inn på fôrgrunnlaget, og dermed på husdyrproduksjonen. Det forventes at vekstsesongen vil bli betydelig lengre, ved århundreskiftet så mye som en til to måneder over store deler av landet, og hele to til tre måneder i en del områder. Områder som i dag er marginale på grunn av kort vekstsesong, vil i tida framover kunne bli viktige areal for produktiv grasproduksjon. Når tilgangen på grovfôrareal øker, vil det kunne høstes og konserveres gras ved et tidlig utviklingsstadium, noe som vil gi et grovfôr med høyere energikonsentrasjon. Beitesesongen vil bli lengre. Med rikelig tilgang på godt beite og konserverte grovfôr med høy energikonsentrasjon, kan det produseres mye mjølk med lågere kraftfôrmengder enn i dag. Et bedre klima kan også gjøre det mulig å dyrke nye fôrvekster med høy kvalitet og stort avlingspotensial. Fôrmais og proteinvekster som bønner og raps er eksempler

på slike fôrvekster. I et framtidsperspektiv kan det bli viktigere enn i dag å ha en høy egenproduksjon av protein. I dag importerer vi mye proteinfôr, blant annet soya fra Brasil. Omdisponering av regnskog i Amazonas-området i Brasil til produksjon av soya, gir en stor økning i nettoutsippet av klimagasser.

Samtidig som lengre vekstsesong gir nye muligheter for jordbruket, vil et endret nedbørsmønster kunne bli en stor utfordring. Det vil bli flere dager med mye nedbør, og generelt forventes det at størrelsen på regnflommer vil øke. Mer ekstremvær betyr vanskeligere innhøstingsforhold. Fôret vil oftere ikke bli høstet til riktig tidspunkt, og avlingene kan bli mindre og av dårligere kvalitet. Kortere og mildere vintre gir også grunnlag for større utfordringer med hensyn til sykdommer på både fôrvekster og dyr.

I MACSUR skal vi studere hvordan et klima i endring påvirker tilgangen på, og kvaliteten til fôrressursene, og hvordan dette igjen påvirker husdyrproduksjonene, utslippet av klimagasser og økonomien i produksjonene. Her er det viktig med et nært samarbeid med forskergruppene som arbeider med modellering av henholdsvis planteproduksjon og økonomi. Arbeidet vil være en viktig plattform for å planlegge hvordan jordbruket best kan tilpasse seg et klima i endring. Ved IHA skal vi spesielt studere effektene som et klima i endring har på husdyrproduksjonen og utslippet av klimagasser, og vi skal legge størst vekt på mjølkeproduksjonen. I vårt arbeid er modellen "HolosNor", den norske utgaven av den canadiske "Holos-modellen", et viktig hjelpemiddel. I MACSUR er det et mål å videreutvikle modellen HolosNor til et verktøy i arbeidet med å planlegge strategien for tilpasning av husdyrproduksjonen til et klima i endring.



# Husdyrforskning 2020 - prioriteringer frå kraftfôrindustrien i Europa



**Knut Røflo**  
Felleskjøpet Fôrutvikling AS, Trondheim  
knut.roflo@fkf.no

Husdyrproduksjonen i Europa står for ca. 40 % av samla landbruksproduksjon i EU. Det er ca. 5 millioner foretak med husdyrproduksjon i EU med en produksjonsverdi i overkant av 150 milliarder euro. (Kilde: FEFAC). Både dyretall og produksjonsvolum gir et klart bilde av omfanget av husdyrproduksjonen i Europa: 6000 millioner slaktekylling, 370 millioner høner, 260 millioner svin, 90 millioner storfe og 100 millioner småfe. Europeisk husdyrproduksjon forsyner ca. 500 millioner mennesker i EU med 130 millioner tonn melk, 45 millioner tonn kjøtt og ca. 7 millioner tonn egg.

Totalt fôrforbruk i Europa er estimert til ca. 467 millioner tonn, av dette er rundt en tredjedel produsert i en premix- eller fôrfabrikk. To tredjedeler av fôrforbruket i EU er følgelig basert på eget eller lokalt korn, i Norge ofte omtalt som «hjemmemaling». Europeisk fôrindustri er estimert til å ha en omsetningsverdi på ca. 50 milliarder euro. (<http://www.eufetec.eu>).

En rekke universitet og forskningsinstitusjoner har i samarbeid med sentrale aktører innenfor europeisk fôrindustri bidratt til å sette landbruket generelt og husdyrnæringa spesielt sine forskningsbehov på agendaen fram mot 2020. Initiativet er formalisert og har fått navnet Animal Task Force ([www.animaltaskforce.eu](http://www.animaltaskforce.eu)). Det har vært viktig å tydeliggjøre forskningsbehovene på husdyrsektoren i forkant av at EU-parlamentet vedtar EU sitt rammeprogram for forskning og utvikling - «Horizon 2020». Horizon 2020 ble vedtatt av EU-parlamentet 27. november 2013.

Animal Task Force utarbeida et «white paper» våren 2013. Dokumentet framhever tre hovedområder for framtidig forskning:

## Effektiv ressursutnytting

- Robuste og effektive dyr
- Presisjonslandbruk
- Effektiv verdikjede (fôr)
- Ta «sidestrømmer» i bruk

## Friske dyr og sunn befolkning

- Sjukdom; hindre, kontroll og utrydde
- Mattrygghet
- Riktig ernæringsmessig kvalitet på melk, kjøtt og egg
- Dyrehelse og folkehelse

## Ansvarlig husdyrhold

- Forbedret protein- og energihushold i husdyrproduksjonen
- Produktivitet i grovfôr- og beiteproduksjon
- Klimatilpasset husdyrproduksjon
- Evaluering av produksjonssystemet

Dette er forskningstema som også er relevante for norsk plante - og husdyrproduksjon. Det ville vært fint om norske FoU-institusjoner også blir med på å prege det europeiske kunnskapsbildet framover. Norske kunnskapsmiljø har både kapasitet og kompetanse nok til å melde seg på! «Animal task force» har bidratt med klare innspill til prioritering av forskningsbehov og forslagene er i stor grad tatt til følge i «Horizon 2020».

# Både mjølk og kjøtt- optimal bruk av norske ressurser



Laila Aass<sup>1</sup>, Agnar Hegrenes<sup>2</sup> & Odd Magne Harstad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap,

<sup>2</sup>Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)  
laila.aass@nmbu.no

Overordnet politisk mål for landbruket (Meld. St. 9 (2011-2012)) er økt norsk matproduksjon i takt med befolkningsveksten (20 % mot 2030), basert på nasjonale grovfôrressurser. Mjølkeproduksjonen har de siste årene vært stabil (ca. 1530 mill. liter) til tross for 20 % færre kyr siden 2001. Svak vekst i antall kjøttfe-kyr har bidratt til en netto reduksjon på ca. 28 000 kyr i samme periode. Produksjonen av storfekjøtt var som følge av dette historisk lav i 2012 (78 000 tonn), og importen (20 %) tilsvarende høy. I dag er andelen slakt fra mjølkepopulasjonen (NRF) ca. 75 %, mens det øvrige produseres fra kjøttferaser. Med prognosert økning i mjølkeytelse per ku vil prosentandelen fra NRF fortsette å synke. Gitt politiske målsettinger må storfekjøttproduksjonen baseres på økt andel fra ammekopulasjonen.

I et klimaperspektiv har kombinert mjølk/kjøttproduksjon et fortrinn i form av lavere klimagassutslipp per kg produkt, men produksjonsvolumet avhenger sterkt av utviklingen i mjølkeytelse per ku og markedsbehov for mjølk. Ytelsespotensialet økes årlig gjennom avlsarbeid, men påvirkes særlig av fôringsstrategi, der kraftfôr/grovfôr-forholdet er avgjørende. Kraftfôr-andelen til norske mjølkekyr er nå ca. 43 %. Økt ytelse krever kraftfôr med høyere proteinverdi. Nasjonal selvforsyningsgrad av kraftfôrprotein er svært lav, ca. 10 %, og bare ca. 60 % for kraftfôrråvare.

Prosjektet "Strategies in dairy and beef production for meeting the demand of food based on a climate- and cost efficient use of domestic feeds" (2013-2014) har til hensikt å studere sammenhengene mellom produksjon, ytelse, fôrressurser og klimabelastning ved å simulere ulike valg av produksjonsstrategier for mjølk og storfekjøtt innenfor fire valgte scenarier fram mot år 2030. Prosjektet finansieres av FFL/JA og partnere Norske

Felleskjøp, Nortura, TINE og Geno. De fire scenariene er:

## Scenario A: Framskrivning av dagens situasjon.

Forbruk/person: Norsk mjølk - nedgang; Storfekjøtt - stabilt. Produksjonsmål: 1500 mill. liter melk, 110 000 tonn kjøtt i 2030.

## Scenario B: Gode rammebetingelser.

Forbruk/person: Norsk mjølk og storfekjøtt - stabilt. Produksjonsmål: 1770 mill. liter melk, 110 000 tonn kjøtt i 2030.

## Scenario C: Økt sjølforsyningsgrad.

Krav: 60 % grovfôr, 85 % norskprodusert kraftfôr. Forbruk/person: norsk mjølk og storfekjøtt - stabilt. Produksjonsmål: 1770 mill. liter melk, 110 000 tonn kjøtt i 2030.

## Scenario D: Dårlige rammebetingelser.

Forbruk/person: Økt, dekkes av import. Norsk mjølk - nedgang; Kjøttproduksjon - stabil (2012 nivå). Produksjonsmål: 1230 mill. liter melk, 80 000 tonn kjøtt i 2030.

Alle scenarier forutsetter en befolkningsvekst på 1 % per år. Innen hvert scenario har vi analysert effektene av: 1) tre prognoser for økning (2 %, 1 %, 0 %) i mjølkeytelse per ku på behovet for antall ammekyr for å dekke markedsbehovet for kjøtt, alternativt 2) økt produksjonseffektivitet (1 %) i kg kjøtt/ku\*år over 10-15 år. Prosjektet skal også se på potensialet for norske fôrressurser, kvantifisere behovet for importert fôr og beregne klimagassutslipp under de ulike forutsetningene.

Foreløpige resultater fra 1) viser at man med en økning i mjølkeytelse på 1 % pr. ku\*år har behov for en økning på ca. 70 000 (Scenario D) til 140 000 (Scenario A) ammekyr fram mot 2030 for å fylle produksjonsmålet for kjøtt. Foreløpige resultater fra 2) viser at man for det samme nivået for økning i mjølkeytelse kan redusere behovet for ammekyr med ca. 20 - 25 % i de ulike scenariene. Resultatene antyder dermed at man kan opprettholde et nasjonalt produksjonsvolum av både mjølk og storfekjøtt basert på færre mordyr dersom man effektiviserer produksjonen (avlsarbeid og forbedringer i management). Dette innebærer også et lavere klimagassutslipp fra næringa uten at man må redusere produksjonsvolumet.

# Jod i melk og matvarer - viktig for ernæring og helse



Egil Prestløkken & Giske Trøan  
Norges miljø- og biovitenskapelige  
universitet (NMBU)  
egil.prestlokken@nmbu.no

Jod er et sporelement som inngår i livsviktige hormoner i skjoldbruskkjertelen. Mangel på jod kan føre til helseproblem som struma og unormal fosterutvikling. Innholdet av jod i norsk jordsmonn er generelt lavt og jod blir tilsatt husdyrfôr. Tilsetningen av jod i husdyrfôr har stort sett eliminert struma og andre helseproblem knyttet til jodmangel. Årsaken er at jod effektivt blir overført til melk slik at vi gjennom vårt tradisjonelt høye inntak av melk og melkeprodukt får dekt en stor del av jodbehovet. Nyere undersøkelser ved UMB (2008-2011) har imidlertid vist at innholdet av jod i melk er halvert i løpet av de siste ti år. Utviklingen er uheldig med hensyn på folkehelse og vår atombereidskap. God jodstatus er viktig for å unngå opptak av radioaktivt jod i skjoldbruskkjertelen og dermed risiko for å utvikle kreft.

Årsakene til redusert innhold av jod i melk de seinere år er ikke kjent. En årsak kan være økt bruk av ulike rapsprodukt i fôr. Raps inneholder glukosinolater. Noen av disse blir brutt ned til thiocyanat som konkurrerer med jod ved opptak fra blod til melk. Problemet med raps og glukosinolater er kjent, men har ikke vært i fokus de seinere år på grunn av rapsorter med lavt innhold av glukosinolater, og god varmebehandling av rapsmel. Nylig publiserte forsøk utfordrer imidlertid vår kunnskap om dette. Redusert innhold av jod i melk er rapportert selv ved bruk av rapsprodukt med lavt innhold av glukosinolater. Nye og prisgunstige rapsprodukt fra produksjonen av biodrivstoff er tatt i bruk som fôr de seinere år. Bekymringen er at disse produktene kan ha høyere innhold av glukosinolater, eller thiocyanat gjennom

økt innhold i rapsortene som blir brukt, eller ufullstendig varmebehandling. Vår kunnskap om dette er mangelfull.

Raps er imidlertid en viktig og god proteinråvare i kraftfôr til husdyr. Problemstillingen er derfor ikke å kutte bruken av rapsprotein i fôr, men å ha effektive tiltak som sikrer melk med et tilstrekkelig og forutsigbart innhold av jod ved varierende bruk av ulike rapsprodukt i fôr.

Melk og melkeprodukt er ikke den eneste måten å sikre forsyning av jod. Generelt er tilførsel via et naturlig kosthold å foretrekke framfor ulike kosttilskudd. Fisk og annen mat fra havet inneholder også normalt bra med jod. Innholdet av jod i melk bør imidlertid ikke være for høyt, da mennesker har et relativt smalt område mellom essensielt behov og giftighet. Optimalt innhold av jod i melk er ikke definert. Anbefalt daglig inntak av jod hos voksne er i området 100 til 150 µg med høyeste anbefaling for gravide og ammende. Øvre anbefalt dagsinntak er 600 µg.

Jod i melk skal undersøkes i et treårig forskningsprosjekt ved NMBU. Melk er valgt på grunn av sin sentrale posisjon som jodkilde i Norge, og hovedmålet med prosjektet er å optimere innholdet av jod i melk med tanke på folkehelse og vår atombereidskap ut fra et forventet daglig inntak av melk og melkeprodukt. I tillegg er det viktig å tilse at innholdet av jod i fôr også dekker dyras behov og dermed sikrer god dyrehelse. Det har vært antatt at tilsetningen av jod i fôr gjør dette i rikt monn, men fosterdød, dødfødsler og svakfødte kalver og lam på grunn av jodmangel har vært sett flere ganger, også i Norge. Prosjektet er et samarbeid mellom NMBU, NVH, VI, Tine og Felleskjøpet Fôrutvikling (FKF). Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd, Tine, FKF og NMBU (stipendiat). Prosjektet avsluttes i 2015.

## Moderne mjølkeproduksjon - hva med dyras helse og velferd?



Jorun Jarp  
Veterinærinstituttet  
jorun.jarp@vetinst.no

Norsk mjølkeproduksjon er som i de andre nordiske land i rask endring. Strukturendringene gir mellom annet større enheter, økt ytelse, overgang fra bås fjøs til løsdriftsfjøs, mer samdrift, endret bruk av teknologi og økt bruk av innleid arbeidskraft. Det er viktig å ha fokus på hvilke konsekvenser endringene får slik at brukerne kan forebygge sykdom og sette inn rett tiltak. Strukturendringer i næringen må også ses i sammenheng med andre endringer som for eksempel klimatiske endringer. Intensive driftssystemer med stor dyretetthet, mange dyr, utegang på begrenset areal og fuktig klima vil kunne gi andre sykdomsutfordringer enn de vi har strevd mest med i tradisjonelle familiebruk med bås fjøs. I foredraget vil jeg vise eksempler fra moderne mjølkeproduksjon og peke på momenter som er viktige for å vurdere velferden.

Gode løsdriftsfjøs gir et harmonisk inntrykk når det er god dyreflyt og alle dyr får tilgang på en behagelig liggeplass, vann og fôr av god kvalitet. Løsdriftsfjøs vil kunne gi større problemer med klauvhelsen når det er mye fuktighet, skittent og glatt i de arealene der dyra beveger seg. Beiting er gunstig for dyras velferd og helse. Utforming og vedlikehold av uteareal for storfe for å unngå opptråkking og gjørme er imidlertid kritisk i forhold til klauvhelse. Fuktigere miljø ute og inne vil også øke risikoen for forekomst av tarmbakterier som kan gi alvorlig sykdom hos mennesker.

Hypigheten av speneskader og klinisk jurbetennelse er lavere i løsdriftsfjøs med liggebåser med mjukt underlag enn i tilsvarende bås fjøs. I mange løsdriftsfjøs blir det brukt automatiske mjølkesystemer der en robot gjør mjølkinga. Det observeres en økende hypighet av såkalt smittsom mastitt forårsaket av bakterien *Streptococcus agalactia* i slike løsdriftsfjøs. Bakterien sprer seg mellom jur ved melking, og den er vanskelig å bekjempe kun ved behandling. Andre aktuelle tiltak kan være å styre tilgang til roboten gjennom gruppering og hygienetiltak.

For å sikre et godt rekrutteringsgrunnlag i mjølkeproduksjon er kalvens helse og velferd viktig. I enkelte storfebesetninger i dag er det store utfordringer med luftveis- og tarmlidelser. I store besetninger med mange dyr og åpne løsninger vil smittepresset kunne øke. Oppstalling med skjerming av kalvene for eldre kalver og ungdyr, tørt leie, god luftkvalitet og plass til lek, sikring av tilstrekkelig opptak av råmelk og god melkefôring videre er viktig for trivelige og robuste kalver.

Endringene i mjølkeproduksjon skjer så raskt at det er særdeles viktig at brukerne får kompetanse på moderne drift utfra dyras helse og velferd også ved strammere økonomiske rammer. Det er viktig at noe av den tiden som spares inn ved bruk av moderne teknologi benyttes til tilsyn og håndtering av dyra.



# Sammendrag dag 2



# Pesticide residues in fish for food consumption from Lake Hawassa, Ethiopia



Eremias Deribe<sup>1</sup>, Bjørn Olav Rosseland<sup>2</sup>, Reidar Borgstrøm<sup>2</sup>, Lindis Skipperud<sup>2</sup>, Brit Salbu<sup>2</sup>, Zinabu Gebremariam<sup>1</sup>, Elias Dadebo<sup>1</sup> & Ole Martin Eklo<sup>2,3</sup>  
<sup>1</sup>Hawassa University, Ethiopia,  
<sup>2</sup>Norwegian University of Life Sciences (NMBU), <sup>3</sup>Bioforsk  
 ole-martin.eklo@bioforsk.no

Fish are a lean source of protein and contain vitamin D, selenium, and omega-3 fatty acids, which may reduce the risk of developing heart disease and other medical problems (Mozaffarian & Rimm, 2006). However, human beings can be exposed to organochlorine pesticides (OCP) by the consumption of contaminated fish.

The reference dose (RfD), drawn from the USEPA potential health risk assessment guidelines was used to assess the health risk posed by OCPs exposure (USEPA 1996). Consumption of contaminants in food was calculated based on its concentration in the fish, and on an estimate of the fish consumption rates. The lifetime exposure dose (LED) ( $\text{mg kg}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) was obtained, and the hazard indices (HI) for each age class were estimated. Results from this study were compared with the oral RfD values in  $\text{mg kgbw}^{-1}\text{day}^{-1}$ , obtained from USEPA's Integrated Risk Information System.

Comparison between the estimated dose and the reference dose of organochlorine pesticides ( $\Sigma\text{DDT}$  and  $\Sigma\text{Endosulfan}$ ) in general, showed that pesticide levels in *Barbus intermedius* in Lake Hawassa exceeded the safe limit. Use of *B. intermedius* as food for children therefore has a potential for systemic toxicity. However, consumption of the other fish species (*Oreochromis niloticus* and *Clarias garipienus*) does not pose a direct hazard to human health, based on the current recommendations. In the Hawassa area, the species, *O. niloticus* and *C. garipienus* are more preferred for consumption than *B. intermedius*, probably because of the

high infections with tape worms encountered in *B. intermedius* which make this fish species more unpleasant to eat by the local people. Moreover, *B. intermedius* is also much more bony than the other species, without much fillet; making it less attractive for consumption (Desta *et al.* 2007). However, the fish fillet is still prepared and served as soup by the local fishing families. For those who eat fish more or less daily and much more than the estimated mean Ethiopian daily consumption (0.027 kg per day), the OCPs intake will be considerably higher. Therefore, children from the fishing families may be the most exposed and vulnerable group among the local people.

Consumption of large fish from the higher trophic level (e.g. *B. intermedius*) from Lake Hawassa may expose consumers to possible health hazards. Children and pregnant women of the local community, especially the local subsistence fishermen and their families are the most vulnerable population sub-group.

## References

- Desta, Z., Borgstrøm, R., Rosseland, B.O. & Dadebo, E. 2007. Lower than expected mercury concentration in piscivorous African sharptooth catfish *Clarias garipienus* (Burchell). *Sci. Total Environ.* 376, 134-142.
- Mozaffarian, D. & Rimm, E.B. 2006. Fish Intake, Contaminants, and Human Health. *JAMA*: 296, 1885-1899.
- USEPA (1996). Integrated Risk Information System, "USEPA, Office of Health and Environmental Assessment. Washington D.C.

# Green plants for bioenergy and aquaculture fish health



Jihong Liu Clarke  
Bioforsk  
jihong.liu-clarke@bioforsk.no

Planter er ikke bare mat, men også billige fabrikker for produksjon av enzymer og vaksiner, for biodrivstoff og fiskehelse.

Folk flest skjønner godt at planter er viktige kilder til mat og fôr. Men planter kan også benyttes som grønne fabrikker, til å produsere vaksiner, biofarmasøytika og enzymer. Aktiv forskning på dette området er pågående i Bioforsk PlanteHelse.

Bioenergi er fremtidens energi. Skogbasert biomasse er den dominerende lignocellulose-kilden i Norge. En bærekraftig produksjon av biodrivstoff vil være avhengig av billige enzymer til nedbryting av slik skogbasert biomasse. Kostnaden på enzym er den største "flaskehalsen" innen bioenergiindustrien i Norge og i utlandet. Er det noen løsning på dette? Ja - planter kan brukes som grønne fabrikker til produksjon av slike enzymer. Planter som tobakk egner seg, da de er enkle å bruke som enzymfabrikker. Tobakksplanter som har vært, og fremdeles er, produsenter av et helseskadelig stoff for mange røykere, kan utnyttes til å produsere billige enzymer til bioenergiproduksjonen. Tobakk kan dyrkes innendørs i drivhus og andre lukkede fasiliteter når påkrevet. Dessuten utnytter tobakksplanter CO<sub>2</sub> i lufta og solenergi i fotosyntesen. Dette er miljøvennlig og bærekraftig.

Noen planteproduserte vaksiner og enzymer har allerede kommet langt. Nylig har en anti-HIV medisin produsert i tobakk vist gode og positive resultater i følge en klinisk undersøkelse (Callaway 2011).

Forskning og innovasjon på mer effektiv produksjon av enzymer og vaksiner i planter vil på sikt bli viktig for verdiskaping og bioøkonomien.

## Referanse

Callaway, E. 2011. Clinical trial of farmed HIV drug finally gets underway. Nature News blog. [http://blogs.nature.com/news/2011/07/plantbased\\_drug.html](http://blogs.nature.com/news/2011/07/plantbased_drug.html)



# Horizon 2020 - Norway's biggest Research and Technological Development programme - your platform for international success



Gudrun Langthaler & Kirsti Anker-Nilssen  
Research Council of Norway  
gla@rcn.no, kan@rcn.no

Horizon 2020, the new Framework Program (FP) for Research and Innovation has started: What will be funded? How will Horizon 2020 interact with other European RTD-arenas and national programs? How can The Research Council of Norway cooperate with applicants?

The world's largest research and innovation programme, Horizon 2020, was kicked off in January. Calls for proposals worth 170 mill Euros in the area of sustainable food security and the bioeconomy are now open. A number of themes address issues in agriculture, forestry, soil, agricultural policies and economic aspects. We will present relevant topics in crop production, genetic resources, plant health, soil quality, agricultural productivity, forestry and policy issues, among others.

Horizon 2020-projects will address specific problems or opportunities in the frame of grand societal challenges. These "challenge-driven" projects are supposed to contribute to find solutions to our common problems. Another objective is to bring forth a knowledge base for value creation that can help Europe to overcome the economic crisis. Innovation in the agro-food sector is high on the agenda.

Norway is associated to Horizon 2020 which opens for the participation of Norwegian organisations in proposals and projects. The National Contact Points (NCP) in The Research Council of Norway, who are responsible for providing guidance and information in this thematic area, will help you understand the new FP. How programmes like BIONÆR, ERA-Nets and Joint Programming Initiatives (JPI) may interact with Horizon 2020 will also be presented.

Projects financed through the new framework program shall contribute to innovation. This means that in addition to research activities, also implementation activities should be included. Especially in the area of agriculture the consortia should consist of stakeholders and end-users like farmers, companies, representatives from advisory as well as authority organisations. This "multi-actor"-approach is new and seeks to ease the application of the project's outcome in the field or in policy design and thus lead to increased innovation.

Information relevant for the participants of the Bioforsk-conference 2014 can lay the foundation for success among Norwegian stakeholders in the area of agriculture and food in Horizon 2020, and contribute to Norway's place in the future bioeconomy.

# Kostnadseffektivitet av tiltak - effekt på fosfortap



Sigrun H. Kværnø  
& Marianne Bechmann  
Bioforsk  
sigrun.kvaerno@bioforsk.no

Vannforskriften stiller krav til at tiltak skal rangeres på bakgrunn av kost-effekt-analyser. Det er derfor behov for estimater for kost-effekt av tiltak i jordbruket. I et samarbeidsprosjekt har Bioforsk og NILF utviklet en kost-effekt-kalkulator som beregner kost-effekt av jordbrukstiltak under varierende forhold med hensyn til naturgitte og menneskelige faktorer. Dette innlegget gjelder effekten av tiltakene på fosfortap, mens det etterfølgende innlegget (Refsgaard) presenterer beregning av kostnadene. Kost-effekten beregnes da som kostnadene delt på effekten.

Tiltak i jordbruket som er vurdert i Kost-effekt-kalkulatoren, omfatter effekter av jordarbeiding, redusert P-AL som følge av redusert fosforgjødsling, vegetasjonssoner langs vassdrag og fangdammer. Andre aktuelle tiltak (bl.a. hydrotekniske tiltak og grasdekte vannveier) lar seg vanskelig kvantifisere og er ikke med her. Kun distrikter (fylker eller vannområder) dominert av kornproduksjon er lagt inn i kalkulatoren. For hvert distrikt er det tilordnet ett standard jordsmonn og en standard nedbørmengde. Utover dette velger brukeren selv verdier for erosjonsrisiko ved høstpløying, vekst, jordarbeiding, P-AL, bredde på vegetasjonssone og fangdamareal.

Grunnlaget for kalkulatoren er at fosfortapet beregnes med likningen:

$$P\text{-tap} = \text{jordtap} \times \text{total-P i jord} \times \text{anrikningsfaktor}$$

Jordtapet beregnes for ulike driftsløp med basis i erosjonsrisiko ved høstpløying multiplisert med en jordarbeidingsfaktor. Vegetasjonssoner og fang-

dammer virker på jordtapet gjennom en renseeffekt. Total-P i jord beregnes fra P-AL-nivået, med ulike likninger for ulike jordarter. Anrikningsfaktoren korrigerer for at de små, mest eroderbare jordpartiklene er mer fosforrike enn større partikler.

Effekten av å redusere P-AL gjennom redusert fosforgjødsling kommer her inn i beregningen av total-P i jord. Jo høyere P-AL-nivå i jorda, desto høyere innhold av total-P, og dermed øker fosfortapet med økende P-AL.

Effekter av jordarbeiding kommer inn gjennom jordtapsberegningen. Hver kombinasjon av vekst og jordarbeiding har en egen jordarbeidingsfaktor, som er en funksjon av erosjonsrisikoen. Jo høyere erosjonsrisiko, dess større er effekten av redusert jordarbeiding (høst- og vårharving, vårpløying, stubb) på jord- og fosfortap. I beregningene inngår separate funksjoner for overflate- og grøftevann basert på en antakelse om at effekten av redusert jordarbeiding på jordtap via drenggrøftene er noe lavere enn for overflateerosjon. Funksjonene er basert på måleserier fra jordarbeidingsforsøk i Norge, men også noe data fra andre nordiske land.

Effekter av vegetasjonssoner og fangdammer kommer inn gjennom jordtapsberegningen. Det beregnes en renseeffekt, i prosent, som modifierer jordtapet. Disse likningene er basert på norske måledata. For vegetasjonssoner øker renseeffekten med bredden på vegetasjonssonen. For fangdammer er renseeffekten en funksjon av forholdet mellom fangdamarealet og arealet som drenerer til fangdammen, jo større fangdammen er i forhold til nedbørfeltarealet, desto større er renseeffekten. For både vegetasjonssoner og fangdammer gjelder det at renseeffekten for fosfor er noe lavere enn renseeffekten for partikler, ettersom små fosforrike partikler i mindre grad holdes tilbake enn større partikler. Ved beregning av effekten av vegetasjonssoner og fangdammer blir det oppgitt en kombinert effekt av jordarbeiding, fosforstatus, vegetasjonssone og fangdam.

# Kost-effektvurderinger av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer



**Karen Refsgaard**  
Norsk institutt for landbruks-  
økonomisk forskning  
karen.refsgaard@nilf.no

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Bioforsk har analysert kost-effekt av miljøtiltak i kornproduksjon for å kunne beregne kostnadseffektivitet. Det er utviklet en kost-effekt kalkulator for beregning av kostnader og effekter på fosfortap for tiltakene. Det er eksempler fra kornområder i Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag. Miljøtiltakene inkluderer endret jordarbeiding, vegetasjonssoner, fangdammer og endret fosforstatus som følge av endret fosforgjødsling.

Kostnader ved gjennomføring av et tiltak er for endret jordarbeiding og vegetasjonssoner beregnet som forskjell i dekningsbidrag (etter fratrukk av arbeid og maskinleie) før og etter tiltak. Utgangspunktet før tiltak er høstpløying av enten høst- eller vårkorn. For fangdammer er kostnadene de årlige investerings- og vedlikeholdskostnadene. Effekten av tiltaket er beregnet som endring i fosfortap før og etter tiltak. Kost-effekt i kr per kg fosfor uttrykker hvor mye det koster å fjerne ett kg fosfor fra avrenningen.

Resultater for redusert jordarbeiding viser at det er mest kostnadseffektivt å gjennomføre tiltak i områder med høy erosjonsrisiko, at kost-effekt av alle jordarbeidingstiltak der det dyrkes vårkorn er under 1000 kr/kg fosfor i erosjonsklasse 3 og 4, men der det dyrkes høstkorn kan overgang til høstharving koste fra 35 000-110 000 kr/kg fosfor i erosjonsklasse 1, at overvintring i stubb er mer kostnadseffektivt enn høstharving der det dyrkes vårkorn og at kost-effekt av jordarbeidingstiltak er mer kostbart i høsthvete enn i vårkorn. Kostnader og effekt varierer mye da dette er arealbasert og biologisk produksjon hvor både klima, landskap og gårdbruker påvirker resultatene.

Kost-effekt for vegetasjonssoner avhenger især av om det er avsetning på graset, og en mer realistisk forutsetning enn høy til hest er enten å produsere rundballer, eller ikke forutsette inntekt av graset. Kost-effekten varierer, men kan være over 3000 kr/kg fosfor på høstkornarealer i Rakkestad og over 4000 kr/kg på vårkornarealer på Hedmarken i lave erosjonsklasser til rundballer.

Effekten av fangdammer avhenger av hvor mye fosfor som tilføres fangdammen. Beregningene viser at når erosjonsrisiko og tilførsler er store er kost-effekt 40-80 kr/kg fosfor, avhengig av størrelsen på dammen, og 380 -2200 kr/kg fosfor når erosjonsrisikoen er lav. Fangdammer kan fungere som fordrøyningsbasseng og bidra til å redusere flom og graving i bekkekanter og dermed redusere risiko for utrasing av fosforrik jord i bekken.

Effekten av tiltak avhenger også av været og kan motvirkes av nedbør og intens avrenning. Da kan grasdekte vannveger i et jordbrukslandskap med søkk og forsenkninger være gode tiltak. Tiltak bør derfor vurderes lokalt.

I tillegg til gårdbrukerens kostnader, må en i beregninger av kostnadseffektivitet også inkludere andre konsekvenser for samfunnet. Slike konsekvenser er vanskelige å verdsette, men kan kort oppsummeres til å omfatte følgende: Behov for mer ugrasssprøyting og sprøytemidler med konsekvenser for helse og miljø, redusert matvarekvalitet gjennom økt risiko for mykotoksiner i kornet, lavere biotilgjengelighet av fosfor fra jordbruksarealer enn fra avløssektor. Store krav til reduksjon av fosfor i et område kan bety at en må gjennomføre de tiltak som har størst effekt og ikke de som er mest kostnadseffektive. Redusert jordarbeiding kan redusere avlingene og dermed bidra til redusert matvaresikkerhet.

## Referanser

Refsgaard, K., Bechmann, M., Blankenberg, A.-G.B., Kvakkestad, V., Kristoffersen, A.Ø. & Veidal, A. 2013. Evaluering av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Norge. Kost-effekt vurderinger. NILF-rapport 2013-3.

Kost-effekt kalkulator ([webgis.no/Peffekt](http://webgis.no/Peffekt))

# Fosforavrenning fra jordbruksarealer på Jæren - betydningen av jordas fosforstatus



Marianne Bechmann<sup>1</sup>, Hilmar Sævarsson<sup>1</sup> & Tore Krogstad<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)  
 marianne.bechmann@bioforsk.no

Høy husdyrtetthet har over tid bidratt til høy fosforstatus i jorda på Jæren. Mange studier har vist at avrenning fra jord med høy fosforstatus har gitt høy konsentrasjon av fosfor. Disse studier er imidlertid stort sett gjennomført på jord fra matjordsjiktet og det er ikke tatt hensyn til variasjon i fosforstatus og bindingskapasitet nedover i profilet.

I denne studien har vi sett på effekten av jordas fosforstatus på konsentrasjonen av fosfor i utvasking på 1 meters dyp. Det vil si i vann som svarer til grøfteavrenningen. Forsøket er gjennomført med mineraljord og organisk jord fra Jæren.

## Utvaskingsforsøk

Det ble tatt ut jordprøver fra 3 til 4 adskilte dyp ned til ca. 1 m på 9 lokaliteter med mineral- og organisk jord. Jorda ble pakket i søyler og et utvaskingsforsøk ble gjennomført over fem dager. Det ble etablert tre gjentak fra hver lokalitet og utvasking ble gjennomført med mineralgjødning og husdyrgjødning uten tilførsel av gjødning.

## Jordas fosforstatus

Jordas fosforstatus i det øverste jordlaget varierte fra 1 til 18 mg P-AL/100g jord analysert med Spektrofotometer. Analysene viste forskjeller i P-AL nivå for prøver analysert med Spektrofotometer og ICP. For organisk jord med høyt P-AL ble det funnet en økning på opp mot 6 P-AL-enheter ved analyse med ICP sammenlignet med Spektrofotometer.

## Fosforkonsentrasjoner

Resultatene fra forsøket antyder at jordas fosforstatus i de øverste jordlag i organisk jord har større betydning for konsentrasjonen av fosfor i grøfteavrenning sammenlignet med mineraljord. På mineraljord betød matjordas fosforstatus mye mindre for konsentrasjonen av fosfor på 1 meters dyp. Jorda under matjordsjiktet på mineraljord hadde for det meste lavere fosforstatus og antagelig større evne til å binde fosfor som ble vasket ut fra matjorda.

Tilførsel av husdyrgjødning resulterte i en puls med høyere fosforkonsentrasjoner som ikke vistes med tilsvarende mengde tilført mineralgjødning.

## Diskusjon

Undersøkelsene i denne studien viser at det ikke er noen enkelt sammenheng mellom fosforstatus i matjorda og konsentrasjoner av fosfor i grøfteavrenning. Det skyldes at jordas evne til å binde fosfor nedover i profilet i tillegg til fosforstatus i matjorda har stor betydning for fosforkonsentrasjonen i grøfteavrenningen.

Vannets transportveier har stor betydning for om det skjer binding av fosfor som vaskes ut fra matjorda. Makroporetransport kan føre til mindre binding i dypere sjikt i jorda på grunn av manglende kontakt mellom vannet og jorda under transporten.

Organisk jord har imidlertid liten evne til å binde fosfor og fosforstatus i matjorda har derfor stor betydning for fosforkonsentrasjonen i grøfteavrenning fra denne jorda.

## Konklusjon

I et nedbørfeltperspektiv vil det dermed ha størst effekt på vannkvaliteten om en fokuserer tiltakene på å oppnå redusert fosforstatus (P-AL) på arealer med organisk jord og på jord med stor andel makroporetransport.

# Bruk av biokull kan redusere planterens opptak av tungmetaller



Agnieszka Medynska-Juraszek<sup>1</sup>,  
Daniel Rasse<sup>2</sup> & Erik Jøner<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institute of Soil Sciences and  
Environmental Protection, Wrocław  
University of Environmental and Life  
Sciences, Poland, <sup>2</sup>Bioforsk  
erik.joner@bioforsk.no

Biokull er, som trekull, en form for pyrolysert (oppvarmet uten tilgang på luft) plantemateriale som inneholder store mengder karbon. Det at biokull er svært langsomt nedbrytbart i jord kan utnyttes til å binde karbon i jord og dermed potensielt motvirke utslipp av CO<sub>2</sub>, og dermed atmosfærisk oppvarming. I tillegg har biokull andre positive effekter på jord. Dels inneholder biokull plantenæringsstoffer og har derfor en betydelig gjødselvirkning. Videre kan biokull øke jordas pH, bedre jordas vannlagringsevne, bedre jordas dreneringsegenskaper, øke kationbyttekapasiteten, og gi jorda mørkere farge så den varmes raskere opp om våren. En annen egenskap biokull kan ha, men som ennå er lite undersøkt, er evnen til å binde

tungmetaller og andre miljøgifter i jord. I en serie forsøk har Bioforsk undersøkt i hvilken grad tilsetning av ulike typer biokull i jord kan redusere mengden biotilgjengelige tungmetaller (kadmium, Cd; kopper, Cu; bly, Pb og sink, Zn) i jord og opptak i byggplanter. I tillegg til ulike typer biokull ble det benyttet jord med tre ulike nivåer av tungmetaller: En ikke-forurenset jord, en svakt forurenset og en sterkt forurenset jord. Resultatene viste at for jord med små og moderate mengder tungmetaller var det ingen eller liten effekt av biokull på biotilgjengelighet og opptak av tungmetaller. I sterkt forurenset jord var det derimot en betydelig effekt av biokull som ga sterkt reduserte konsentrasjoner av alle de målte tungmetallene: 80 % reduksjon for Cd, 65 % for Cu, 90 % for Pb og 50 % for Zn. Samtidig ble plantene mindre utsatt for giftvirkningene av tungmetaller og vokste derfor bedre. Dette viser at biokull kan være et godt virkemiddel for remediering og bruk av forurenset jord til bioproduksjon der spredningsrisiko for tungmetaller er i fokus. Videre gir resultatene gode indikasjoner på hvilke typer biokull som er egnet til dette formålet, og i hvilke situasjoner.

# Husdyrgjødsel til biogass, hva skjer med jord og avlinger?



Anne-Kristin Løes  
Bioforsk  
anne-kristin.loes@bioforsk.no

Landbruket må minske sine klimautslipp. Anaerob gjæring av husdyrgjødsel kan redusere metanutslipp fra gjødsellageret og forbruket av fossil energi. Gårdsbasert biogassproduksjon er lite utbredt i Norge. Ett av anleggene finnes på Tingvoll gard på Nordmøre. Norsk senter for økologisk landbruk bygde anlegget i 2010 (Løes *et al.* 2011), med BioPower AS som leverandør. Etter mange utfordringer er det nå stabil gassproduksjon og utprøving av forbrenning til kombinert strøm og varme.

I et biogassanlegg gjennomgår husdyrgjødsel og eventuelle tilleggssubstrat (fiskeensilasje, hygienisert matavfall) en anaerob gjæring. Dette påvirker gjødselens egenskaper. Organisk N omdannes til ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), og blir lettere tilgjengelig for plantene. Lettløselig karbon i gjødsel omdannes til metan ( $\text{CH}_4$ ). Dermed blir det trolig mindre «mat» for jordboende dyr og mikroorganismer i gjødsel som spres på åker og eng. Hvordan vil dette påvirke fruktbarheten i jorda? Dette undersøker Bioforsk og Aarhus Universitet i Danmark med støtte over jordbruksavtalen og fra Norges forskningsråd. Vi sammenlikner tilførsel av ubehandlet blautgjødsel og råtnerest fra slik gjødsel i to vekstsystemer: Flerårig eng, og åkervekster som korn og grønnfôr med årlig pløying. Når halm og annet plantemateriale fjernes, og jorda pløyes årlig, antar vi at moldinnholdet over tid vil synke i åker-systemet, og at det vil øke i flerårig eng. Gjødselmengdene som brukes til eng er omlag 3 og 6 tonn gjødsel per daa og år (tilsvarer 11 og 22 kg total-N) og 2,5 og 5 tonn per daa til åkervekster (8,5 og 17 kg total-N). Det er tillatt å kjøpe inntil 17 kg total-N per daa til en

økologisk gård etter EU-reglene, og åker-systemet tilsvarende en økologisk gård uten husdyr. Høyeste gjødselmengde til eng tilsvarende det som vanligvis er tilgjengelig i konvensjonell melkeproduksjon på Nordmøre, mens laveste tilsvarende praksis på Tingvoll gard, med økologisk melkeproduksjon. Feltet ble etablert våren 2011 (Løes *et al.* 2013). Jordstruktur, næringsinnhold, innhold og kvalitet av organisk materiale, jordbiologi og mikrobiologi ble kartlagt, og er fulgt opp med nye målinger i ettertid. Jordliv og karbonomsetning beskrives ved å måle akkumulert mikrobiell respirasjon, enzymaktivitet og kartlegge jordfauna, spesielt meitemark og spretthaler. Prosjektets fulle navn er “Effects of anaerobically digested manure on soil fertility - establishment of a long-term study under Norwegian conditions”, med kortnavn SoilEffects. Prosjektets finansiering tar slutt i 2014 og det arbeides nå med å finne finansiering til videreføring. I 2014 blir det re-etablering av enga med korn som dekkvekst i begge vekst-systemene, uten gjødseltilførsel.

Vi har sett at avlingsnivået i eng øker omtrent like mye med råtnerest som med vanlig blautgjødsel. Uten gjødsling er avlingene redusert fra 0,7 til 0,5 tonn tørrstoff (TS) per dekar fra 2011 til 2013 i sum for to slåtter. Med lav gjødsling har avlingene ligget på 0,8-0,9 tonn, og med høy gjødsling 0,8 til 1,2 tonn. I åkervekster har det vært mindre utslag for gjødsling, men i 2013 fikk vi bedre avlinger med biorest. I gjennomsnitt fikk vi 390 kg TS/daa i hvete høstet hel ved grønnmodning, mot 350 kg for blautgjødsel og 300 kg uten gjødsling. Bioresten lukter mindre skarpt enn blautgjødsel, den flyter lettere, synker raskere ned i jorda når den spres på eng, og skummer lettere ved pumping og omrøring.

## Referanser

- Løes, A.-K., Sørheim, K. & Valde, K. 2011. Gårdsbasert biogassanlegg på Tingvoll til energiproduksjon og utprøving. Bioforsk FOKUS 6(2) s142.
- Løes, A.-K., Johansen, A., Pommersche, R., & Riley, H. 2013. SoilEffects - start characterization of the experimental soil. Bioforsk REPORT 8(96).

# Nanopartikler av jern til å fjerne klorerte miljøgifter fra jord (NanoRem)



Erik Joner  
Bioforsk  
erik.joner@bioforsk.no

Menneskeskapt nanopartikler har fått mye negativ omtale i mediene og har de siste årene blitt et eget emne for forskning på mulige negative helse- og miljøeffekter. Mens noen nanopartikler, for eksempel sølvpartikler, har vist seg å være svært giftige for miljøet, så har andre, som titandioksidpartikler, vist seg å være relativt harmløse (Kahru & Dubourguier 2010). Blant de ikke-giftige finner vi også nanopartikler av jern. Jern er et av de vanligste stoffene i naturen, og naturlig forekommende nanopartikler av jernoksider finnes både i jord og sedimenter. Jern er spesielt fordi det kan ha tre oksidasjonstilstander: Treverdig jern (FeIII), slik man finner det i rustent stål og overflatejord, toverdig jern (FeII), som blant annet finnes i utlekking fra slagghauger og andre masser fra gruvedrift og som skaper problemer for fisk dersom det havner i bekkevann og innsjøer, og nullverdig jern (Fe0) slik vi finner det i jernmalm og stål som ikke har rustet. Nullverdig jern i form av partikler har vært brukt til remediering av forurenset grunnvann ved at det graves ned som en barriere (en såkalt permeabel reaktiv barriere) som grunnvannet må passere og der f.eks. klorerte organiske forurensninger brytes ned ved reduksjon eller absorberes. Problemet med permeable reaktive barrierer har vært at de er kostbare å etablere, og at de bruker store volumer av nullverdig jern. Ved å redusere partikkelstørrelsen av nullverdig jern fra millimeter- til nanometer-skala, kan nullverdig jern sprøytes inn i en forurenset sone som en suspensjon og bryte ned miljøgifter *in situ* uten noe behov for graving. Nanopartiklene er lite mobile i jord og vil i svært liten grad transporteres bort fra sonen der de er injisert. Videre vil de være

langt mer reaktive og effektive med hensyn til nedbryting, fordi de har en langt større spesifikk overflate (tradisjonelt nullverdig jern har noen få kvadratcentimeter overflate per gram, mens nullverdig nanojern har flere titalls kvadratmeter overflate per gram). De endrete egenskapene (høyere reaktivitet, større mobilitet) som nanojern har, gjør dem potensielt mer skadelige for organismer i miljøet. I forbindelse med et sterkt fokus på mulige negative effekter av nanomaterialer på helse og miljø har remedieringsforetakene og myndighetene i europeiske land vært avventende til å ta i bruk nanojern i felt (Mueller *et al.* 2012), mens det allerede har vært i bruk i USA i flere år. Et nytt stort EU-prosjekt, NanoRem, som har 27 partnere fra forskning og industri, har nå tatt mål av seg til å implementere denne teknologien i Europa. Bioforsk Jord og Miljø leder her en arbeidspakke som vil ta for seg mulige negative effekter på miljøet, basert på vårt tidligere arbeid med nanojern (El-Temsah & Joner 2012). Videre vil vi bidra til en kost-/nytteanalyse der mulig risiko veies opp mot mulighetene for rimelig og effektiv nedbryting av miljøgifter. Teknologien og prosjektet presenteres i dette foredraget.

## Referanser

- El-Temsah, Y.S. & Joner, E.J. 2012. Ecotoxicological effects on earthworms of fresh and aged nano-sized zero-valent iron (nZVI) in soil. *Chemosphere* 89:76-82.
- Kahru, A. & Dubourguier, H.-C. 2010. From ecotoxicology to nanoecotoxicology. *Toxicology* 269:105-119.
- Mueller, N.C., Braun, J., Bruns, J., Černík, M., Rissing, P., Rickerby, D. & Nowack, B. 2012. Application of nanoscale zero valent iron (NZVI) for groundwater remediation in Europe. *Environmental Science and Pollution Research* 19 (2):550-558.

# Hvordan overvåke transport av forurensninger i jord og grunnvann?



Helen K. French  
Bioforsk  
helen.french@bioforsk.no

Europa har fortsatt flere hundre tusen forurensede lokaliteter. Mange av disse skyldes mangel på kunnskap og utilstrekkelig regelverk. I databasen til KLIF (Klima og forurensningsdirektoratet), «Grunnforurensning», er det registrert nesten 3000 lokaliteter med forurenset grunn i Norge (<http://grunn.klif.no/>). Ser vi fremover vil forurensninger i grunnen være av en annen art fordi man ikke lenger har lov til å håndtere forurensninger på samme måte som tidligere.

I SoilCAM-prosjektet (Soil Contamination, Advanced integrated characterisation and time-lapse Monitoring 2008- 2012, EU-FP7-212663) ledet av Bioforsk, ble to ulike lokaliteter valgt ut for nærmere studier. Disse representerer forurensningstyper som kan forventes fremover, Trecate i Nord-Italia der det skjedde en ukontrollert utbåsing av olje og Oslo Lufthavn Gardermoen, der man er avhengig av bruk av store mengder avisingskjemikalier hver vinter. Begge forurensningene er nedbrytbare og begge opptrer i grunn med høy vannledningsevne. I tillegg til denne typen forurensningskilder kan man også i fremtiden forvente punktkilder som bensinstasjoner, avfallsdeponier og diffuse kilder som pesticider fra landbruk. Her kan infiltrasjon av forurensninger oppstå og en kartlegging av forurensningsutbredelse kan gi beslutningsgrunnlag i vurderingen om fjerning eller bruk av naturlige renseprosesser med oppfølgende overvåking.

I SoilCAM testet man en kombinasjon av destruktive metoder som boring av brønner og uttak av «jordsøyler», og ikke-destruktive (geofysiske) metoder, som resistivitet, georadar m.m. Resultatene ble integrert i numeriske modeller for forurensningstransport. Geofysiske metoder ble brukt for å kartlegge

geologiske forhold som lagdeling og variabilitet. Dette kunne brukes til å definere parametre som styrer vann og forurensningstransport. Videre ble metodene benyttet for å se på endringer over tid, både vanninnhold og forurensningsspredning kunne overvåkes. Eksakte konsentrasjoner eller vanninnhold kan man ikke få frem med slike metoder. Til det må man fortsatt ta prøver eller benytte sensorer som for eksempel måler vanninnhold og elektrisk lednings- evne i jord. Fordelen med de geofysiske metodene er at man får en bedre romlig oversikt over hva som skjer hvor, i motsetning til det som er tilfelle med noen få punktmålinger. Spesielt umettet sone er vanskelig å overvåke med vannprøvetaking. Her må prøver tas med filtre med undertrykk. Dette påvirker vanntransporten, men ofte tettes filtrene dersom det er høy nedbrytningsaktivitet.

På Trecate finner man fortsatt olje fra utblåsningen i 1994 flytende på grunnvannet, til tross for den raske grunnvannsstrømningen i området. Det er store grunnvannsflyktuasjoner i området pga risdyrking og omfattende vanningsprogram. Kombinasjonen av fluktuerende vannnivå (dvs. vekslende mellom mettede og umettede forhold) og ikke-vannløselige oljekomponenter, samt oljebinding til kolloider, forklarer at spredningen av olje er svært langsom. Ulike geofysiske metoder basert på elektriske egenskaper kan delvis avsløre hvor oljen befinner seg, men disse metodene kan ikke brukes til å tolke nedbrytningsaktiviteten, fordi denne går så langsomt.

Den naturlige renskapasiteten for avisingskjemikalier kaliumformiat og propylenglykol på Oslo Lufthavn Gardermoen er betydelig, men overvåking av store arealer, og spesielt den umettede sonen, er en stor utfordring. Metodene som er testet ut langs rullebanen viser at enkeltmålinger med både georadar og elektrisk resistivitet viser hvor det har skjedd en stor belastning med avisingskjemikalier i umettet sone. Målingene som er gjort med permanente installasjoner beskriver infiltrasjon av vann og avisingskjemikalier gjennom året.

Selv om prosjektet er avsluttet kan du lese mer om prosjektet her: [www.soilcam.eu](http://www.soilcam.eu)



# Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder



Roger Roseth  
Bioforsk  
roger.roseth@bioforsk.no

I perioden 2010-2012 har det blitt gjennomført prøvetaking av grunnvannsbrønner i ni områder i Norge: Klepp, Kongsberg, Grue, Ullensaker/Nannestad, Nesodden, Larvik, Råde, Grimstad og Overhalla (Roseth 2013). Prosjektet er en videreføring av arbeid utført i perioden 2007-2009 (Ludvigsen *et al.* 2008, Rød & Ludvigsen 2010). Målet har vært å kartlegge forekomst av plantevernmidler i viktige grunnvannsføremøster i jordbruksområder. Undersøkte brønner brukes eller har blitt brukt til drikkevann for gårdsbruk/boliger. Analysene av plantevernmidler har blitt utført av Bioforsk Plantehelse, avdeling for pesticidkjemi.

Samlet ble det analysert 199 prøver fra 28 undersøkte brønner. Det ble påvist plantevernmidler i 89 prøver (45 %) og i 24 av brønnene. For 24 prøver (12 %) ble det påvist konsentrasjoner som overskred veiledende grenseverdi for drikkevann (0,1 µg/l) (Mattilsynet 2011). Til sammen ble det påvist 19 ulike plantevernmidler og metabolitter. Plantevernmidlene som ble påvist i flest prøver var bentazon (35), atrazin (18), simazin (16), metalaktyl (13), MCPA (11) og BAM (11). Deretter fulgte pencycuron (6), trifloksystrobinmetabolitt (3), azyksystrobin (2), mekoprop (2) og imidakloprid (2). 13 midler ble påvist i konsentrasjoner over grenseverdi for drikkevann. Midlene som viste flest overskridelser var bentazon (5), pencycuron (4), dikamba (2) og MCPA (2).

Til sammenligning ble det analysert 186 prøver fra 30 brønner i perioden 2007 - 2009. Det ble påvist plantevernmidler i 87 prøver (47 %) og 25 av brønnene. For 15 prøver (8 %) ble det påvist konsentrasjoner som overskred veiledende grenseverdi for drikkevann.

Til sammen ble det påvist 21 ulike plantevernmidler. Plantevernmidlene som ble påvist i flest prøver var simazin (24), metalaktyl (21), BAM (15), propikonazol (10), atrazin (9), bentazon (6), MCPA (6), fenpropimorf (5), metribuzin (3) og iprodion (3). Til sammen 9 midler ble påvist i konsentrasjoner over grenseverdi for drikkevann. Midlene som viste flest overskridelser var BAM (6), bentazon (3), metalaktyl (2) og MCPA (2). Vannprøvene ble også analysert for nitrat og ammonium, for å klarlegge om veiledende grenseverdier for nitrat (10 mg NO<sub>3</sub>-N/l) og ammonium (0,5 mg NH<sub>4</sub>-N/l) i drikkevannsforskriften ble overskredet. I perioden 2010 - 2012 ble grenseverdien for nitrat overskredet for 12 av 199 prøver (6 %), mens grenseverdien for ammonium ble overskredet for en prøve. I perioden 2007 - 2009 ble grenseverdien for nitrat overskredet for 13 av 186 prøver (7 %), mens grenseverdien for ammonium ble overskredet for 2 prøver. De fleste overskridelsene for nitrat skjedde i Klepp, Ullensaker/Nannestad og Grue.

Gjennomførte undersøkelser har vist funn av en rekke plantevernmidler i grunnvann fra jordbruksområder. De fleste midlene ble påvist i konsentrasjoner lavere enn veiledende grenseverdi i drikkevannsforskriften. For noen prøver ble det påvist høyere konsentrasjoner. Dette gjaldt 12 % av prøvene i perioden 2010-2012 og 8 % av prøvene i perioden 2007-2009. Resultatene og erfaringene fra prosjektet kan brukes til å planlegge tiltak for redusert forekomst av plantevernmidler i grunnvann. Undersøkelsene gir grunnlag for videreført overvåking av plantevernmidler i grunnvann.

## Referanser

- Ludvigsen, G.H., Pengerud, A.L., Haarstad, K. & Kværner, J. 2008. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2007. Bioforsk RAPPORT 3(110): 23s.
- Roseth, R. 2013. Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2010-2012. Bioforsk RAPPORT 8(46): 55s.
- Rød, L.M. & Ludvigsen, G.H. 2010. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2009. Bioforsk RAPPORT 5(43): 23s.

# Prosjektet VARCLIM - tilpasning av engvekster til endret klima



Odd Arne Rognli  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU),  
Institutt for plantevitenskap  
odd-arne.rognli@nmbu.no

Prosjektet «Genetisk og fysiologisk grunnlag for tilpasning av flerårige fôrvekster til endret klima i Norge» (VARCLIM), finansiert av Norges forskningsråd (2010-2014), har hatt som hovedmål å utvikle kunnskap, metodikk og genetisk materiale som grunnlag for utvikling av sorter av engvekster tilpasset et framtidig endret klima. Prosjektet er gjennomført i et samarbeid mellom Bioforsk, UMB, Graminor AS og Agricultural University of Krakow, Polen. I tillegg har internasjonale samarbeidspartnere deltatt i felttesting av norske foredlingsmaterialer for resistens mot bladsykdommer.

Global oppvarming er en stor utfordring for flerårige vekster. Plantene må tilpasse seg nye klimaforhold både i vekstsesongen og gjennom vinteren for å oppnå optimal varighet og produksjon. De spesielle klimaforholdene på våre breddegrader, kombinert med jordbunnsforhold og driftspraksis, krever sorter som er godt tilpasset. Markedet er lite og tilpassede sorter må i hovedsak utvikles i Norge. Utvikling av sorter må baseres på kunnskap om genetisk og fysiologisk regulering av egenskaper som er avgjørende for en bærekraftig grovfôrproduksjon i et endret og mer ustabil klima. Prosjektet har omfattet en rekke studier slik som mekanistisk modellering av plantevekst under ulike klimascenarier for å identifisere hvilke kombinasjoner av egenskaper som er kritiske for tilpasning av engvekster til bestemte typer klima; kryssing og pre-breeding for øke genetisk variasjon i foredlingsmaterialene; fysiologiske og molekylærgenetiske studier av

herding om høsten/avherding om våren; effekter av isdekke og oversvømmelse; molekylære markører for å utvikle mer effektiv foredlingsmetodikk; samt resistens overfor soppsykdommer som forventes å øke i et endret klima. I prosjektet har et bredt norsk og utenlandsk plantemateriale av timotei, flerårig raigras, raisvingel og rødkløver blitt studert. I tillegg har luserne, en potensielt viktig proteinvekst i framtiden, blitt utprøvd i feltforsøk i Nord-Norge og på Vestlandet.

Resultater fra prosjektet vil på sikt kunne bidra til at en kan utnytte mulighetene for økt biomasseproduksjon pga. varmere og lengre vekstsesonger uten at det går på bekostning av herding og overvintring. Dette er avgjørende for å sikre en miljømessig og økonomisk bærekraftig husdyrproduksjon.

## Framtidas plantegen - kor finst dei?



Liv Østrem<sup>1</sup>, Petter Marum<sup>2</sup> & Arild Larsen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Graminor AS  
liv.ostrem@bioforsk.no

I Varclim-prosjektet er det samla genetisk nytt materiale etter naturleg seleksjon under klimatisk ulike område i mange artar, etter ulikt driftspress i timotei og av spesifikk karakter i raudkløver. Dette dannar ein del av grunnlaget for det genmaterialet som trengst for framtidig sortsutvikling.

Ei vellukka sortsutvikling krev at det finst tilgjengeleg genetisk variasjon i den aktuelle arten. Denne genetiske variasjonen vert utvikla i «*prebreedings-stadiet*», dvs. før seleksjon og sortsutvikling skjer. Utfallet av klimaendringane er usikre, det same gjeld driftsopplegg og økonomiske rammer som landbruket vil møte framover. Målet er difor å utvikla eit variert genetisk plantemateriale som kan tilpassast klimaet slik det blir.

«Prebreeding» i Varclim-prosjektet omfatta artane timotei, fleirårig raigras, raisvingel, raudkløver og luserne, kvar med blandingar som vart sådd over heile landet: Alta og Bodø (Tjøtta, kun luserne) i Nord-Norge, Kvithamar i Midt-Norge og Bjørke (Graminor) og Særheim (Fureneset, kun luserne) i Sør-Norge. For kvar nasjonal blanding har ein potensielt fem seleksjonar. I tillegg vart det sådd regionale blandingar tilpassa nordleg eller sørleg klimaområde. Totalt 17 sortar/blandingar vart sådde på 36 m<sup>2</sup> ruter og slått som normalt for artane i området. Det vart tatt ut planter etter 1., 2. eller 3. engåret avhengig av korleis artane overvintra på den aktuelle staden.

Auka temperatur gir lengre vekstsesong, men om temperaturen stig, vil daglengda ikkje endrast. Det finst ikkje område med gras- og kløverproduksjon på våre breiddegrader der ein kan henta sortar for

bruk i Norge. Sortar frå sørlegare område med lengre vekstsesong enn i Norge, må hentast til ei gensamling for tilpassing til eit framtidig norsk klima. I Varclim-prosjektet legg ein grunnlaget for framtidige engvekstgen for norske forhold ved å henta plantemateriale frå sørlegare område der «våre» artar blir dyrka, og så utsetja desse for nordisk klima for å få tilpassing til norske overvintringsforhold. I timotei er den genetisk vidaste blandinga (brukt i heile landet), sett saman av Grindstad og MTL9701, ei blanding av 12 sortar som er godkjende for bruk i nordiske land og i Storbritannia, Nederland, Belgia, Tyskland og Tsjekia. Ein populasjon frå denne blandinga (MTV0508-3) vart selektert på Løken og Vågønes for meir spesifikk tilpassing til Nord-Norge. Ei tilsvarande blanding for Sør-Norge (MTF98-06) er ein polycross av 376 populasjonar og sortar frå Nordisk genbank, og som er selektert på Fureneset. For ikkje stadeigne artar som fleirårig raigras, er dei vide blandingane sett saman av norske og utanlandske sortar og norsk foredlingsmateriale, og i raisvingel med sorten Fabel som har stor genetisk variasjon åleine. Kvar ein hentar nytt genetisk materiale frå (geografisk stad, genbank osv.), vil difor avhenga av den aktuelle arten, og spesielle eigenskapar ein er interessert i.

Som ein del av «prebreeding»-arbeidet er det også henta inn planter frå Vågønes, Bjørke og Fureneset av timotei etter tre driftspressnivå i tre år, for å auka variasjonen m.o.t. auka gjenvekst. I raudkløver har fire diploide og fire tetraploide sortar gått gjennom to seleksjonsrundar, der ein har gjort utval for raudkløverplanter med tidleg stengelstrekking og bløming.

Graminor stilte sortar og foredlingsmateriale til disposisjon for prosjektet og er også ansvarleg for vidare bruk av materialet. Dei utvalde plantene vert no samankryssa og oppformeira av Graminor. Vidare målsetjing er å testa seleksjonane over heile landet, men dette krev ny finansiering. I Sør- og Midt-Norge har Bioforsk/Graminor nok einingar til å testa slikt materiale under ulike klimatiske forhold. I Nord-Norge, derimot, er teststadene avgrensa, og ein treng samarbeid med NLR og/eller private.

## Varmere klima - hva sier modellene om fremtidens grovfôrproduksjon?



Mats Höglind  
Bioforsk  
mats.hoglund@bioforsk.no

Planteforedling for fremtidig klima er utfordrende siden det er vanskelig å vite på forhånd hvilke planteegenskaper som en skal selektere for. I prosjektet VARCLIM har vi brukt en simuleringsmodell for gras til å identifisere viktige egenskaper for årssikker grovfôravling i fremtidig klima. Modellen, BASGRA, er utviklet av Bioforsk i samarbeid med internasjonale partnere. Modellen simulerer både grasveksten i vegetasjonsperioden og overvintringen hos timotei og flerårig raigras under innflytelse av vinterstressfaktorer som frost og is.

I prosjektets første fase har vi brukt modellen til å simulere avling og beregne risiko for fysiske vinterskader for dagens sortsmateriale i fremtidig klima. Siden det er stor usikkerhet om hvordan klimaet vil endres har vi gjentatt simuleringene for en rekke ulike klimascenarier. Alle scenarioene tar utgangspunkt i FNs klimapanel sine globale/regionale scenarier, som vi nedskalere til lokale scenarier ved hjelp av klimageneratoren LARS-WG, som er utviklet av en av våre utenlandske partnere. Studien omfatter 14 lokaliteter i Nord-Europa, og 15 klimascenarier per lokalitet. Tre av lokalitetene er norske.

Simuleringsresultatene indikerer økt potensiell avling i hele Nord-Europa, fremfor alt grunnet økt temperatur. Avlingsresponsen for endret klima var noe større når vi simulerte vanning av feltene enn uten vanning (14 vs. 11 % i gjennomsnitt over scenarier), dvs. klimaendringene vil redusere vanntilgangen noe under vekstsesongen i gjennomsnitt over lokaliteter

og scenarier. Det vil bli større avlingsøkning i de vestlige delene av Nord-Europa der atlantiske klimasystemer har stor innflytelse (f.eks. Norge), enn i de østlige delene med mer kontinentale klimaforhold (f.eks. Finland). Resultatene indikerer også en geoklimatisk gradient i forhold til risiko for frostskaider. Risikoen for frostskaider om vinteren vil, i følge beregningene, øke i noen områder øst for Østersjøen for timotei, og i flere områder både øst og vest for Østersjøen for flerårig raigras. Risikoen for frostskaider om våren, på den andre siden, forventes å øke fortrinnsvis i vest (f.eks. kystområder i Norge).

En oppfølgende studie indikerer at avlingsøkningen i Norge er uavhengig av høstesystem, dvs. klimaendringen vil gi omtrent like stor avlingsøkning uansett tidspunkt for førsteslått. Avlingsøkningen vil fremfor alt komme i form av større høstvekts. Økt nedbør om høsten vil føre til at det kan bli utfordrende å høste og konservere den ekstra høstveksten.

I prosjektets andre fase blir tilsvarende simuleringer gjort for sorter med andre egenskaper/kombinasjoner av egenskaper enn dagens sorter. Simuleringene tar utgangspunkt i våre kunnskaper om egenskapenes genotypiske og fenotypiske variasjon og arvbarhet. Målet er å finne frem kombinasjoner som gir høyere og stabilere avling enn nåværende sorter i fremtidig klima, som utgangspunkt for prioriteringer i sortsutviklingen. Resultatene indikerer mellom annet at en høy maksimal frosttoleranse vil være en viktig egenskap for overvintring også i fremtiden, selv om vintrene vil bli mildere enn i dag.

## Vil varmere høster gi dårligere overvintring?



Sigridur Dalmannsdottir<sup>1,4</sup>,  
Marit Jørgensen<sup>1</sup>, Liv Østrem<sup>1</sup>,  
Marcin Rapacz<sup>2</sup>, Arild Larsen<sup>3</sup> &  
Odd Arne Rognli<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>University of Agriculture in  
Krakow, Polen, <sup>3</sup>Graminor AS, <sup>4</sup>NMBU, Ås  
sigridur.dalmannsdottir@bioforsk.no

Høyere høsttemperatur kombinert med kort daglengde i Nord-Norge kan gi redusert vinterherdighet i flerårige fôrvekster. Muligheten til å tilføre nye, mer produktive engvekster i nord som følge av klimaendringer, vil mest sannsynlig fortsatt være begrenset av overvintring. I prosjektet VARCLIM har vi undersøkt effekten av høyere temperatur om høsten på plantenes innvintring, der vi har målt fysiologiske og morfologiske karakterer knyttet til vekstavslutning og herding, både fotosyntese, bladvekst og frosttoleranse. Vi testet sorter og populasjoner av flerårig raigras (*Lolium perenne* L.), timotei (*Phleum pratense* L.), rødkløver (*Trifolium pratense* L.) og raisvingel (*Festulolium*) som er foredlet for nordlige eller sørlige forhold.

I fytotron testet vi effekt av økt temperatur (9°, 12°, 15°C) tidlig i herdingsfasen hos raigras, timotei og rødkløver under kontrollerte lysforhold. Resultatene viste at plantene hadde mindre frosttoleranse hvis de var herdet ved høyere temperatur, selv om temperaturen var lav (2°C) i siste del av herdingsprosessen. Det var tydelige artsforskjeller, og grasartene viste økt fotoinhibering ved høyere temperatur tidlig i herdinga. Vi testet også effekt av temperatur og fotoperiode på herding hos raigras og timotei. Frøplanter ble etablert under kontrollerte lysforhold og deretter herdet under naturlig dagslys ved tre forskjellige temperaturer: 12°, 6° og 9/3°C (dag/natt) i fire uker, og til slutt i ei uke ved 2°C. Denne prosessen ble gjentatt tre ganger utover høsten ved forskjellig fotoperiode (sept., okt., nov.) for å teste effekt av temperatur under avtakende daglengde og lysinnstråling. Plantene som ble herdet under kortest fotoperiode (nov.) hadde lavest

frosttoleranse. Høyere herdingstemperatur (12°C) førte også til redusert frosttoleranse. Det nordlige materialet viste bedre frosttoleranse, unntatt ved behandling med høy temperatur (12°C) og kortest fotoperiode, der det ikke var noen forskjell på nordlig og sørlig materiale. Vi registrerte ikke signifikante forskjeller i frosttoleranse mellom behandlinger ved konstant temperatur (6°C) og varierende dag- og nattemperatur (9/3°C). Plantenes fotosyntetiske aktivitet ble redusert når fotoperioden ble kortere. Lengdevekst av blad ble mer påvirket av temperatur enn av fotoperiode, og høyere temperatur ga mer vekst.

For å forstå bedre selve vekstavslutningen, utførte vi et feltforsøk med raigras og raisvingel på to lokaliteter, Bodø, Vågønes (67° 17'N) og Fjaler, Fureneset, (61° 34'N). Lengdeveksten ble målt på enkeltblad en gang i uken utover høsten, i tillegg til fotosyntetisk aktivitet målt ved hjelp av fluorescens. Resultatene viste forskjellig samspill mellom målte parametere og lokalitet. I sør (Fjaler) var det en positiv korrelasjon mellom fotosyntetisk aktivitet på høsten og vinteroverlevelse følgende vår. I nord (Bodø) var korrelasjonen mellom fotosyntetisk aktivitet og vinteroverlevelse svakt negativ. Det var en sterk sammenheng med redusert fotosyntetisk aktivitet på høsten og økt vinteroverlevelse i nordlig adaptert gras i feltet i Bodø.

Våre resultater indikerer at forventede klimaendringer i nord kan føre til forsinket herdingsprosess som vil foregå ved kortere daglengde, noe som kan redusere frosttoleranse hos gras. Arter og foredlete sorter/populasjoner responderer forskjellig på temperatur og fotoperiode, og sørlig tilpasset materiale mangler egenskapen til å starte vekst-avslutning tidlig nok for å kunne oppnå tilstrekkelig herding. Nordlig materiale derimot, responderer på temperatur og daglengde og reduserer fotosyntetisk aktivitet tidlig på høsten. I et fremtidig klima kan vi trenge sorter som opprettholder fotosyntetisk aktivitet utover høsten og har lav respirasjon ved lite lys slik at de kan dra nytte av forlenget vekstsesong, men i tillegg bli godt nok herdet før vinteren.

## Varmere klima - nye muligheter: Men snømuggen følger med på lasset



Anne Marte Tronsmo  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for plantevitenskap  
anne-marte.tronsmo@nmbu.no

De forventede klimaendringene er en trussel for landbruket de fleste steder i verden. Men for de nordlige delen av Skandinavia forventes det høyere temperaturer og en forlenget vekstsesong med muligheter for større avlinger og bruk av nye arter og sorter i planteproduksjonen. Den viktigste kulturen som berøres av dette er grasproduksjon.

For flerårig grasproduksjon i nordlige deler av Skandinavia utgjør imidlertid risikoen for vinterskader en stor trussel mot potensialet for økt bioproduksjon. Vinterskader kan som kjent skyldes en rekke fysiske påkjenninger så vel som angrep av overvintringssopper. Det er blitt hevdet at betydningen av slike soppangrep vil forsvinne med de forventede klimaendringene. Da har man imidlertid ikke reflektert over det faktum at resistens mot snømuggsopper i stor grad er avhengig av at planene herdes om høsten. Som en respons på temperatursenking kombinert med relativt god solinnstråling skjer det metabolske endringer i plantene som gjør dem i stand til å motstå en rekke soppsjukdommer så vel som abiotiske vinterpåkjenninger. Plantene erverver seg en resistens, noe som kan sammenlignes med at vi mennesker blir motstandsdyktige mot influensa etter vaksine. Forstyrrelser av den naturlige herdingsprosessen vil føre til at de grassorter vi nå bruker blir mer mottagelige enn de er i dag.

Det er riktignok en mulighet for at snødekket om vinteren blir for kort til at alle artene av overvintringssopper gir skader. Men snømuggsoppen (også kalt rosa snømugg), *Microdochium nivale*, har evne til å vokse over et meget stort temperatur-område, (fra -6 til +20 °C), og kan forårsake skade både med og uten et snødekke. Soppen kan også gi skader som bladflekker, rot- og stengelrøte, og den er også blant de artene som er årsak til aksfusariose på korn. Ulike isolat (stammer) av *M. nivale* viser stor variasjon i aggressivitet, noen isolat har en preferanse for visse grasarter framfor andre, andre isolat ser ut til å kunne angripe alle arter av både gras og korn.

I et av VARCLIMs delprosjekt har vi arbeidet med å identifisere sorter og genotyper av flerårig raigras og festulolium som er motstandsdyktige mot snømuggangrep uten at de herdes før de blir smittet av soppen. Arbeidet i dette prosjektet inngår i en PhD utdanning for Mohamed Abdelhalim. Aggressiviteten til ca. 20 isolat av *M. nivale* er testet i totalt 22 sorter av raigras, festulolium og engsvingel. Grassortene er testet for resistens både i felt og kontrollert klima med de mest aggressive isolatene. Evaluering av resistens mot snømugg er en tidkrevende prosess, derfor har vi forsøkt å utvikle en metode for å kvantifisere et snømuggangrep på et tidlig stadium ved hjelp av kvantitativ PCR. I prosjektet har vi også undersøkt den genetiske variasjonen mellom en rekke ulike isolat av *M. nivale*, og funnet genetiske forskjeller som korresponderer med vertsplantart de er isolert fra. En sammenligning med en Kanadisk studie viste at det er genetiske forskjeller mellom isolat fra ulike kontinent. Resultater fra prosjektet vil bli presentert i foredraget.

# Testing av sorter og foredlingsmaterialer av engvekster - Er dagens system godt nok å møte klimautfordringene?



Petter Marum  
Graminor AS  
petter.marum@graminor.no

Vi trenger gode forsøksdata fra feltforsøk til bruk i sortsutvikling, offentlig sortsgodkjenning og til veiledning. I europeisk sammenheng er ikke vårt jordbruksareal særlig stort, men vi har store variasjoner i dyrkingsforhold. Hovedformålet med sortsutvikling er å utvikle sorter som best mulig utnytter vekstvilkårene på dyrkingsstedet. For å oppnå det må foredlingsmaterialer og nye sorter testes under ulike klima og dyrkingsforhold.

Forskjell i dyrkingsegenskaper mellom eksisterende sorter og nye forbedrede kandidatsorter (kandivarer) er som regel ikke stor. Sortsutviklingen gir forbedringer over tid i mange små steg. Vi trenger derfor forsøksdata av god kvalitet. Alle feltforsøk har en forsøksfeil. Feltforsøkene må utføres på en slik måte at disse feilene blir så små som mulig. Forsøksfeilen kan reduseres ved å bruke jevn jord, flere repetisjoner, nøyaktig utførelse, en god forsøksdesign og ikke minst ved å øke antall feltforsøk. På det siste punktet har vi dessverre en noe negativ tendens. Mange av feltforsøkene i engvekster skjer på Bioforsk sine forskingsstasjoner. Det har vært relativt store endringer de siste 10-20 årene. Planteforedlingen er blitt mer sentralisert med opprettelse av Graminor og flere forskingsstasjoner/forsøkssteder er lagt ned. Her kan nevnes forskingsstasjoner/forsøkssteder som Vågønes i Bodø, Flaten i Alta og Sæter i Nord-Østerdal. Alle i områder hvor gode overvintringsegenskaper er viktig. I løpet av det siste tiåret er antall feltforsøk

der kandivarer testes redusert fra 10 x 2 til 5 x 2 (En kandivar er etablert i ulike to år og høstet i tre år). Dette er en halvering av antall felt. Resultatene blir mer usikre og det blir vanskeligere å skille mellom sorter og kandivarer. Dette reduserer verdien av resultatene i rådgivingen. Under våre svært variable dyrkingsforhold ser vi som oftest et stort samspill mellom sort og miljø. Norge har store utfordringer her. Det er derfor nødvendig at sorter og kandivarer testes i flere felt enn det gjøres i dag.

Foredlingsaktiviteten er nå sentralisert til Bjørke i Hamar med testing på Løken, Holt og Fureneset i tillegg til i Hamar-området. Omfanget har økt, noe som blant annet skyldes bedre forsøksstyr. Men antall felt som en ny kandivar testes i har ikke økt. Testing av foredlingsmaterialer i Nord-Norge har dessverre blitt redusert etter at Vågønes forskingsstasjon ble lagt ned. Graminor tester i dag kandivarer på Bioforsk Nord, Holt, men på grunn av mangel på forsøksjord blir ikke tidlige generasjoner av foredlingsmaterialet testet i Nord-Norge

I et framtidig klima som en forventer blir varmere, vil vi få større problemer med plantesykdommer og andre skadegjørere. Det er vanskelig å teste for noe vi ikke har. En mulighet er å teste kandivarer i en annen klimasone i utlandet mot ulike skadegjørere, men det vil bli kostbart. Trolig er vårt sorts- og foredlingsmateriale lite motstandsdyktig mot nye skadegjørere.

Det kan skje nye endringer i strukturen av forsøkssteder i framtida. Organisasjoner som Graminor, Bioforsk og NMBU bør sammen vurdere hvordan vi kan opprettholde et nettverk av gode forsøkslokaliteter for framtida. Gode lokaliteter til feltforsøk er gull verdt!

# Landskapsarven - sammen gjør vi en bedre jobb



Ellen Svalheim  
Bioforsk  
ellen.svalheim@bioforsk.no

Omfanget av arts- og naturtypeforvaltning i Norge har økt i takt med at miljøforvaltningen har utarbeidet handlingsplaner for trua naturtyper (Lindgaard *et al.* 2011) og arter (Kålås *et al.* 2010). Oppfølgingen av planene for kulturavhengige naturtyper er gjerne basert på frivillige avtaler der grunneier legger premissene, og samarbeider tett med forvaltningen og fagmiljøene. Denne forvaltningsmodellen stammer fra «Arvesølvmodellen».

Bioforsk startet Arvesølvprosjektet (Svalheim 2012) for seks år siden, i samarbeid med Norsk genressurssenter. Fokus var å ivareta biomangfoldet i kulturlandskapet, hvor en stor del av de trua artene og naturtypene i Norge hører til.

Lov om naturmangfold gir hjemmel for at Kongen i statsråd kan vedta utvalg av naturtyper (UN) og prioriterte arter (PA). Slik slåttemark (inkl. lauveng) og slåttemyr ble utvalgte naturtyper i 2011. Handlingsplanen for slåttemark tar sikte på å få til aktiv skjøtsel i rundt 900 slåtteeenger innen 2015, det vil si alle A-områder (svært viktige) og mange av B-områdene (viktige). Oppfølgingen av handlingsplan for slåttemark startet i 2009. Ved utgangen av 2012 var rundt 400 A- og B-områder allerede under oppfølging. At så mange slåttemarker er kommet under aktiv forvaltning på få år skyldes blant annet enkelte grunnleggende prinsipper fra Arvesølvprosjektet:

1) Grunneiermedvirkning. Et premiss i Arvesølvprosjektet var at grunneieren må være interessert, dersom en skulle gå inn med forvaltningsretta tiltak. Hundrevis av grunneiere er

spurt både gjennom Arvesølvprosjektet og gjennom oppfølgingen av handlingsplan for slåttemark. Bare få har takket nei. Grunneiermedvirkningen gir en jevnbyrdighet som skaper et avslappet arbeidsrom. Alle parter er innstilt på å ivareta verdiene, og må sammen finne ut av hvordan.

- 2) Bruk av fagpersoner og forvaltning. En fagperson utarbeider skjøtelsesplan, i samarbeid med grunneieren og miljø- og landbruksforvaltningen. Grunneier og forvaltning inngår skjøtelsesavtale, der grunneier får godtgjørelse fra offentlige tilskuddsordninger for å gjennomføre tiltakene.
- 3) Bruk av lokal kunnskap. Skjøtsel av biomangfold i kulturlandskapet krever kunnskaper om gamle, lokale driftsformer. Uten slik kunnskap er risikoen stor for at feil tiltak settes inn. Hvordan skjøttet de denne blomsterenga før? Ble strandenga slått eller beitet og i tilfelle når? Svar på slike spørsmål finner en lokalt. Ved å kombinere biologisk og historisk kunnskap blir alle klokere.
- 4) Inkludere allmennheten og dele kunnskap. Lokale folk får innsikt i kompliserte biologiske sammenhenger, og fagbiologene og forskerne får innsikt i lokal brukshistorie som forklarer biologien. Grunneiermedvirkning er også nødvendig fordi arten eller slåtteeenga bare kan bevares ved fortsatt skjøtsel og aktiv bruk. Forvaltningen kan ikke basere seg på omreisende "kulturlandskapsentreprenører" uten lokalkunnskap.

## Referanser

- Anonym 2009. Handlingsplan for slåttemark. - DN-rapport 2009: 6: 1-58.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. - Artsdatabanken, Norway.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken Trondheim.
- Svalheim, E. 2012. Arvesølvprosjektet. En pådriver for bevaring av det kulturavhengige biomangfoldet. Bioforsk RAPPORT 7(192):35s.



# Tradisjonell økologisk kunnskap - en mulighet til å markedsføre norske landbruksprodukter?



**Bolette Bele**  
Bioforsk  
bolette.bele@bioforsk.no

Tradisjonell økologisk kunnskap blir definert på flere ulike måter (se Tunón 2010). Rio-konvensjonen for biologisk mangfold anvender følgende definisjon: «Tradisjonell kunnskap er kunnskaper, innovasjoner og praksis hos urbefolknings- og lokalbefolknings-sammfunn, som har tradisjonelle levemåter relevante for å bevare og utnytte det biologiske mangfoldet». I andre definisjoner stilles det krav om at kunnskapen er forankret i det lokale miljøet og at flere generasjoner har levd og lever nært på naturen.

Tradisjonell økologisk kunnskap har altså stor verdi for samfunnet fordi den kan bidra til bevaring av det biologiske mangfoldet og de kulturbetinga naturtypene. Den langvarige utnyttelsen av tilgjengelige naturressurser har ikke bare skapt en verdifull biologisk kulturarv, men også et stort mangfold av tradisjonell økologisk kunnskap. Denne kulturarven kan gi økt verdiskaping i landbruksnæringen ved å styrke matproduktenes lokale forankring. Å koble et steds historie og kulturlandskap til den lokale maten, vil på denne måten også kunne gi reiselivsprodukter en merverdi som turistene verdsetter og er villige til å betale for. I Norge er en betydelig del av den lokale matproduksjonen fremdeles knyttet opp mot beitesystemer i utmarka, hvor det finnes et stort mangfold både av fysiske og biologiske kulturminner, samt en omfattende immateriell kulturarv knytta til tradisjonelle driftsformer.

Bruk av tradisjonell økologisk kunnskap for å forsterke den lokale matidentiteten, og for å markedsføre lokale matprodukter, har imidlertid i liten grad blitt prøvd ut her til lands. For å nærme oss en bedre forståelse av hvordan tradisjonell økologisk kunnskap er koblet til og kan kobles mot lokal matproduksjon, jobber Bioforsk nå med prosjekter hvor det settes fokus på dette temaet. Foreløpige resultater fra et pågående svensk-norsk Interregprosjekt («Utmarksbete- ett biologisk kulturarv som resurs för en hållbar framtid») vil kunne bidra til å belyse slike sammenhenger (Bele & Norderhaug 2012, Bele *et al.* 2013, Tunón *et al.* 2013). Det vil gis eksempler fra det tradisjonelle trønderske husdyrholdet, der utmarksbeiting stod sentralt. Eksempelene som presenteres er basert på skriftlige kilder (Høeg 1974), arkivmateriale og intervjuer.

## Referanser

- Bele, B. & Norderhaug, A. 2012. Vår biologiske kulturarv og mat med særpreg. I: Trønderveven. Tema: Mat og Mattradisjoner. Årbok Sør-Trøndelag Historielag og Trøndelag Folkemuseum , s. 36-44.
- Bele, B., Norderhaug, A., Kvarnström, M., Linkowski, W.A., Tunón, H., Wissman, J. 2013. Utmarksbeiting i Norge og Sverige, fra tradisjonell bruk til muligheter i framtida - verdier og utfordringer. Utmark Nr. 1. [www.utmark.org](http://www.utmark.org)
- Høeg, O.A. 1974. Planter og tradisjon. Floraen i levende tale og tradisjon i Norge 1925-1973. Universitetsforlaget, Oslo, 751 s.
- Tunón, H. 2010. Traditionell kunnskap - en resurs för framtiden. I: Tunón, H. & Dahlström, A. (red.) 2010. Nycklar till kunnskap. Om människans bruk av naturen. Centrum för biologisk mångfald, Uppsala & Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm. 371s.
- Tunón, H., Linkowski, W.A., Bele, B., Kvarnström, M., Norderhaug, A. & Wissman, J. 2013. Views of landscape. Reflections on the governance of Scandinavian transhumance. *Baltic Worlds* (3):47-54.

# Næringsutvikling i landbruket basert på landskap og naturmiljø



Paul Sverre Røe  
Proneo AS  
paul.sverre.roe@proneo.no

Jeg tar utgangspunkt i programmet *Naturarven som verdiskaper*. Det femårige programmet ble gjennomført i perioden 2008-2013. Miljødirektoratet finansierte og ledet programmet sammen med ulike regionale medfinansierer. Nasjonalt ble det igangsatt 10-15 prosjekter med ulike tema og innfallsvinkler.

I Nord-Trøndelag ble prosjektet *Magiske og verdifulle opplevelser i nordtrøndersk natur* etablert. Prosjektet var eid og drevet av Nord-Trøndelag fylkeskommune, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og Innovasjon Norge.

Fem delprosjekt ble satt i gang med ulike tema og geografisk tilknytning. Delprosjektene var:

- Rovdyropplevelser, Lierne/ Namsskogan
- Destinasjon Derga, Bjørkmoen gård i Røyrvik, samisk reiselivsprosjekt
- Sør-samisk kultur og tradisjon som reiselivsprodukt, Wilks Design, Snåsa
- Birdwatching Trondheimfjord
- Wild Norway, bærekraftig naturbasert reiseliv, bedriftsnettverk

Felles for alle delprosjektene var verdiskapingssementene sosial, kulturell, miljømessig og økonomisk. Programmet skulle stimulere til bærekraftig og naturvennlig opplevelsesturisme.

## Hvordan skape verdier med utgangspunkt i verdiene til landskap og naturmiljø?

### *Utfordring 1: Fellesgode med markedspotensial*

Landskapet og naturmiljøet oppfattes som et fellesgode som er tilgjengelig og gratis for alle. Fellesgodene defineres som biologisk mangfold, kulturlandskap, kulturarv, historier, tradisjoner osv. Dette sees opp mot at aktører i landbruket eier naturressursen, med et ønske om å skape kommersielle produkter fra det samme ressursgrunnlaget. Å skape en felles forståelse og virkelighetsoppfatning kan være en utfordring. Suksessfaktorer kan være bred samhandling, kjennskap til målkonflikter og håndtering av disse med tillit og respekt mellom deltakerne, klare felles mål og å ha gode arenaer for samhandling.

### *Utfordring 2: Utvikle produkter som markedet vil ha*

Gjennom prosjektet i Nord-Trøndelag ble det utviklet flere nye natur- og opplevelsesbaserte reiselivsprodukter som i dag er i markedet eller er i ferd med å bli introdusert. Erfaringene så langt er at veien fra ferdig produkt til marked er lengre enn man tror. Det kreves god kvalitet, god planlegging, godt nettverk, god markedskompetanse og mye tålmodighet før man er «i business».

### *Utfordring 3: Utvikle gode profesjonelle bedrifter*

Oftest er dette bedrifter som starter med tilleggsprodukter fra eget gårdsbruk, eller at de har produktet som en del av sin hobby. Det vil alltid være en utfordring å være profesjonell nok når bedriften tuftes som en tilleggsnæring til noe annet. Markedet krever topp kvalitet på produktene og profesjonelle bedrifter.

### *Utfordring 4: Samarbeid gir styrke*

Å bli mer profesjonell og synlig i markedet kan gjøres gjennom samarbeid mellom bedriftene. De aller fleste bedriftene i denne bransjen er små. Wild Norway ([www.wild-norway.com](http://www.wild-norway.com)) er et bedriftsnettverk med utgangspunkt i Nord-Trøndelag som vil bidra til å synliggjøre produktene fra medlemsbedriftene bedre i markedet. Dette gjøres gjennom felles nettsted, felles profilering og at de framstår samlet på messer.

# Makroalger - ny verdikjede for regional næringsutvikling



Margarita Novoa-Garrido  
& Åsbjørn Karlsen  
Bioforsk  
margarita.novoa-garrido@bioforsk.no

Tradisjonelt har norske kystsamfunn basert seg på en kombinasjon av landbruk og havrelaterte aktiviteter. Men norske kystsamfunn lider nå av mangel på bærekraft grunnet en svak næringsdiversitet, og distriktene sliter med å sikre arbeidsplasser. For å forbedre dette er det viktig med helhetlig fokus på samspillet mellom det lokale ressursgrunnlaget, teknologien og markedet, samt større grad av allsidighet for å øke den regionale økologiske, økonomiske og sosiale bærekraften. Videre må matproduksjonen skje på en smartere måte, med en maksimering av utnyttelsen av de lokale ressursene som næringsstoffer, energi og areal i sjø og på land.

Det forventes et økt behov for matproduksjon framover. I tillegg er tilgangen til fôrråvarer for husdyrproduksjon og fiskeoppdrett begrenset. I Norge finnes omlag 480 makroalgearter, og den biokjemiske diversiteten i disse er stor. Det er derfor et stort utnyttet potensiale for å utvikle nye verdikjeder med verdiskaping. Det er anslått at marine makroalger kan bidra til en verdiskaping på 40 milliarder kr i omsetning i 2050, basert på en beregnet biomasseproduksjon på 20 mill tonn (Olafsen *et al.* 2012).

Utvikling av nye næringskjeder forutsetter satsing innen forskning og innovasjon. Utvikling av en regional verdiskaping basert på makroalger må ses i sammenheng med allerede eksisterende ressurstilgang i regionen. Strategiske planer må ligge i bunnen i et tett samarbeid mellom den regionale næringen, de regionale myndighetene og forskningsmiljøene.

Tilgang til tilgjengelige næringsstoffer og overskuddsenergi er viktige elementer for en optimalisering av bærekraften. Oppdrettsnæringen kan i denne sammenheng bli en veldig viktig aktør. Andre industrier som smelteverk med enorme utslipp av CO<sub>2</sub> og overskuddsvarme er også interessante å kunne koble til en slik regional satsing. Samtidig må det raskt jobbes med de offentlige reguleringene for en god forvaltning av denne ressursen. Det siktes til at konsesjonene til makroalgedyrkning vil kunne bli håndtert direkte fra kommunene i fremtiden.

Utvikling av ny teknologi er også en forutsetning for å utvikle kystsamfunnet (HAV21 2012). Det er nødvendig å utvikle dyrkings- og høstingsteknologi for makroalger for å maksimere produksjonen av biomasse per arealenhet og drive kostnadseffektivt. Lønnsomheten i en næringskjede basert på makroalger vil også være avhenge av en maksimering av utnyttelsen av biomassen for forskjellige bruksområder: ingredienser for fôr og næringsmiddelindustrien, bioaktive molekyler til legemiddel-, kosttilskudd- og kosmetikkindustriene, bioenergi-produksjon, jordforbedringsprodukter, etc. Dette vil kreve utvikling av spesialiserte prosess- og foredlingsteknologier.

Konklusjonen: kystregionene, spesielt der oppdrettsnæring er en viktig sektor, må se på muligheten for å satse på oppbygging av en ny industri basert på dyrkning av makroalger, og prosessering som en mulighet for verdiskaping i regionen.

## Referanser

- HAV 21. FoU strategi for en havnasjon av format. NFR, 2012.  
Olafsen, O., Winther, U., Olsen, Y. & Skjermo, J. 2012.  
Verdiskaping basert på produktive hav i 2015. DKNVS & NTVA.

# Regional involvering av industrien i makroalgesatsingen - eksempel fra Sørfold kommune



Nils Eivind Kamfjord & Arve Ulriksen  
Elkem Salten  
nils-eivind.kamfjord@elkem.no

Økt bærekraft er et viktig tema i verden i dag, noe som gjør at den enkelte forbruker blir mer og mer bevisst på opprinnelsen til sine innkjøp. Man kan lett tro at dette bare gjelder for den vanlige forbruker i gata, men faktum er at verdens industri og dens kunder og leverandører også øker sin oppmerksomhet mot bærekraft, noe som gjør at den enkelte produsents miljøpåvirkning blir tydelig. Dette økte fokuset bidrar til at produsenter må se på sin rolle og miljøpåvirkning i et større perspektiv enn tidligere. Å ta inn over seg sin totale påvirkning på miljøet rundt seg gir åpenbart nye utfordringer, men også store muligheter for dem som ønsker å utnytte dette til noe positivt.

Elkem Salten er lokalisert i Sørfold kommune i Nordland. Fabrikken har ca. 180 ansatte og er en av verdens største silisiumfabrikker med en produksjonskapasitet på 80 000 årstonn silisium. Elkem Saltens produkter er igjen råvarer for produksjon av alt fra medisinsk silikon til ingredienser brukt i matproduksjon. Produksjon av silisium er en energiintensiv kjemisk prosess som omdanner kvarts til silisium ved hjelp av store mengder elektrisk energi og karbon i form av kull og koks. Prosessen er av en slik art at den i tillegg til elektrisk energi også tilføres tilnærmet like mengder med kjemisk energi, noe som gir produkter og avgasser som inneholder store mengder energi samt mye CO<sub>2</sub>, NOx, Silica og andre komponenter.

Selv om Elkem Salten opererer i et globalt marked er vi lokalisert i et land med et av verdens høyeste kostnadsnivåer. Skal vi overleve på lang sikt i dette markedet, hvor konkurransekraften er ulikt fordelt på grunn av komparative fordeler, tvinges vi til å arbeide smartere. Dette betyr at spisskompetanse og produktspesialisering spiller en sentral rolle. Vår overlevelse i over 50 år er så langt basert på bemanningseffektivi-

vit per produsert enhet samt vilje til endring og høy forbedringstakt med tanke på reduksjon av kostnader. Alt dette innenfor rammer som samtidig har forbedret helse, miljø og sikkerhet i samme takt.

Fremover vil det ikke være like enkelt å oppnå samme effekt av forbedringsarbeidet med hensyn til kosteffektivitet bare ved å fokusere på interne prosesser og utstyr. Vi må derfor åpne opp for nytenkning i et bærekraftig perspektiv. Elkem Salten tror at denne nytenkningen må baseres på såkalte energiklynger der mange aktører er tett knyttet sammen rundt hverandres virksomheter.

Ved å fokusere på klyngetenkning setter vi dermed vår virksomhet i en større sammenheng som kan gi positive bidrag til vår konkurransekraft:

- Mange av våre bi-strømmer, også de som opptil i dag har blitt sett på som forurensing, tilrettelegges slik at de kan være innsatsfaktor for ny industri
- Klyngedannelse vil bli et virkemiddel i å redusere produksjonskostnader siden flere kan dele på infrastrukturkostnadene (vann, avløp, energinett, transport, havneanlegg, vare- og reservedelslager, brannvern, gassforsyning, deponi, etc.)

Elkem Salten ønsker å være en tilrettelegger for slik klyngetenkning og samarbeider allerede med lokal oppdrettsnæring på bruk av overskuddsenergi i form av varmt vann. Vi ser at det også er muligheter for samarbeid innenfor helt andre typer industri som for eksempel algeoppdrett og har derfor startet samarbeid med flere aktører innenfor dette området. Basert på Elkem Saltens store mengder overskuddsenergi, CO<sub>2</sub>/N/Silica rike avgass og tilgjengelighet på store industriarealer mener vi at vi vil kunne være en ideell partner for grupperingen som ønsker å satse innenfor dette området.

Nordland er et stort oppdrettsfylke og kombinasjonen av oppdrett og alger har mange uforløste potensialer. Matproduksjon og mateksport fra Nordland med bakgrunn i fisk, og også kjøttproduksjon, kan potensielt styrkes av storskala algeproduksjon koblet mot overskuddsenergi fra prosessindustrien.

# Arter og sorter av makroalger til forskjellige bruk - muligheter og flaskehalser



Christian G. Bruckner  
& Åsbjørn Karlsen  
Bioforsk  
christian.bruckner@bioforsk.no

Norge har ei kystlinje på over 100 000 km. Den er karakterisert med en skjærgård som beskytter bukter, sund og fjorder, og gir ideelle forhold for dyrking av makroalger. Til nå er flere hundre arter av makroalger beskrevet som hjemmehørende langs norskekysten (se også <http://www.algaebase.org/>). Mange av dem kan gi grunnlag for verdifulle produkter og har ei lang historie for menneskelig bruk, hovedsakelig i Asia, men også i Sentral- og Sør-Europa, inkludert bruk til for eksempel mat og dyrefôr (Zemke-White & Ohno 1999, Soler-Vila *et al.* 2009). Et eksempel kan være fjærhinne (*Porphyra* spp. eller *Pyropia* spp.), som blir tørket og brukt til mat over store deler av verden, bl.a. som i den svært populære Sushi-Nori forma (Blouin *et al.* 2011). Denne arten kan lett oppnå verdier mellom 100 og 1000 NOK kg<sup>-1</sup>.

Moderne bruk av makroalger går langt utover den klassiske bruken gjennom å ekstrahere rene kjemiske komponenter eller blandinger av substanser fra algene. Dette kan være som polysakkaridene alginat, agar eller karragen som alle blir brukt i mat og fôr (Bixler & Porse 2011, Tseng 2001, Zemke-White & Ohno 1999). Karragen er f.eks. et sulfatholdig polysakkarid som i stor utstrekning blir brukt for å fremme ønskede strukturer i all slags mat, som yoghurt, iskrem, pølser, sauser osv. I mat produsert i Norge er den ofte beskrevet med EU-nummer E407, og brukes av norske selskaper.

For å estimere det kommersielle potensialet av norske rødalger, har Bioforsk Nord Bodø samla inn og systematisk undersøkt 400 lokale linjer av krusflik (*Chondrus crispus* Stackhouse), vorteflik (*Mastocarpus*

*stellatus* (Stackhouse) Guiry) og fjærehinne (*Porphyra purpurea* (Roth) C. Agardh og *Porphyra umbilicalis* Kützing) for variasjon i vekstmønster og biokjemisk sammensetting. I tillegg til interspesifikke forskjeller i vekst, protein- og polysakkaridinnhold, ble det også påvist intraspesifikke variasjoner.

Ved å kombinere resultater fra laboratorieforsøk, sjøbasert dyrking og naturlig lysintensitet gjennom de siste ti årene (2002-2011) basert på "Landbruksmeteorologisk tjeneste, Bioforsk", har vi estimert en gjennomsnittlig rødalgeproduksjon i Nord-Norge på 2-4 tonn tørrvekt daa<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Bruckner & Uhlig 2012). Laboratorieforsøk har i tillegg vist at enkelte linjer fra en enkelt rødalgeart framsto med en mye bedre biomasseproduksjon enn gjennomsnittet fra samme art. Dette indikerer at en enda bedre produksjon av biomasse er mulig gjennom målretta seleksjon og avlsprossesser.

## Referanser

- Bixler, H. & Porse, H. 2011. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry, *Journal of Applied Phycology*, 23:321-35.
- Blouin, N. A., Brodie, J.A., Grossman, A.C., Xu, P. & Brawley, S.H. 2011. Porphyra: a marine crop shaped by stress, *Trends in Plant Science*, 16:29-37.
- Bruckner, C.G. & Uhlig, C. 2012. An integrated concept for land-based mariculture with particular emphasis on microalgae based biofilter in Northern Norway, *Aquaculture Canada* 22:61-62.
- Tseng, C.K. 2001. Algal biotechnology industries and research activities in China, *Journal of Applied Phycology*, 13:375-80.
- Zemke-White, L.W. & Ohno, M. 1999. World seaweed utilisation: An end-of-century summary, *Journal of Applied Phycology*, 11:369-76.

# Hvordan påvirker klimaet produksjonen på utmarksbeite



**Anders Nielsen**  
Senter for Økologisk og Evolusjonær Syntese (CEES) Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Oslo  
anders.nielsen@ibv.uio.no

Norsk sauedrift er basert på at dyra beiter på utmarksbeite størstedelen av vekstsesongen. Mer enn 2 millioner dyr slippes hver sommer, langt de fleste på fjellbeiter. Fjellbeiter er populære av to grunner. For det første representerer de en billig beiteressurs, slik at gress på innmarksbeite kan brukes til produksjon av vinterfôr. For det andre har det vist seg at tilveksten hos lam på fjellbeiter er større enn hos lam som går på innmark. Når sauen slippes i fjellet hele sommeren er de offer for vær og vind, og det er nærliggende å tro at været de opplever påvirker tilveksten. Er dette tilfellet er det videre grunn til å tro at klimaendringene vi allerede ser, og som med all sannsynlighet vil vedvare i åra som kommer, vil påvirke norsk sauehold. Vi har tidligere vist at snømengde vinteren før, temperatur og nedbør påvirker tilveksten hos lam, men at effekten av de ulike miljøvariablene varierer mellom områder, ikke bare i styrke men også i retning (Nielsen m. fl. 2012). For eksempel hadde nedbør om sommeren en positiv effekt på tilveksten øst på Hardangervidda, mens nedbør ikke hadde noen effekt på vestsiden. Vi fant også at temperatur hadde en positiv effekt på tilveksten i nord, i Forollhogna, men en negativ effekt i sør, i Setesdal vesthei. I dette studiet viste vi også at hovedeffekten av klimapåvirkning er indirekte ved at vegetasjonen påvirkes av været og at mengden og kvaliteten på vegetasjonen deretter påvirker tilveksten hos lammene. Vi fant videre at ulike raser påvirkes likt av værforhold, men at spæl har en relativt mindre nedgang i tilvekst i dårlige år enn norsk kvit sau (Nielsen m. fl. 2013). I forlengelsen av disse studiene har vi i «Sau i drift»-prosjektet jobbet spesielt med et datasett samlet inn ved forsøkgården

til Bioforsk Nord på Tjøtta. Her har de over mange år sluppet sau på innmarka langs kysten i området rundt forsøkgården og i et fjellbeite ca. 15 km unna. Vi fant at lammene som beitet i fjellet vokste raskere og ble større enn lammene som gikk på det kystnære innmarksbeite. Spesielt tydelig var det at varme våte vintre (høy vinter NAO indeks) var positiv for tilveksten mens varme våte vårmåneder var negativt for tilveksten hos lammene i begge beiteområdene. Varme sommere ga også høyere tilvekst hos lammene i begge beitene. Vi fant i tillegg at klimatiske forhold påvirket tilveksten likt i fjellet og langs kysten og vi konkluderer derfor med at sauebonden bør legge andre vurderingskriterier enn fremtidige klimaendringer til grunn når hun vurderer om hun skal holde dyra på innmarka nære gården eller slippe dem på beite i nærliggende fjellområder (Nielsen m. fl. snart klar).

## Referanser

- Nielsen, A., Lind, V., Steinheim, G. & Holand, Ø. *snart klar*. Variations in lamb growth on coastal and mountain pastures, will climate change make a difference?
- Nielsen, A., Steinheim, G. & Mysterud, A. 2013. Do different sheep breeds show equal responses to climate fluctuations? *Basic and Applied Ecology* **14**:137-145.
- Nielsen, A., Yoccoz, N.G., Steinheim, G., Storvik, G.O., Rekdal, Y., Angeloff, M., Pettorelli, N., Holand, Ø. & Mysterud, A. 2012. Are responses of herbivores to environmental variability spatially consistent in alpine ecosystems? *Global Change Biology* **18**:3050-3062.

# Aktivitetsmønster hos sau i innhegnet forsøk i Minnestølen, Hol



Nicolai Hermann Jørgensen  
Norges miljø- og biovitenskapelige  
universitet (NMBU), Institutt for  
husdyr- og akvakulturvitenskap  
nicolai.jorgensen@nmbu.no

Sauens beiteatferd og aktivitetsmønster påvirkes av miljøet. Væromslag med temperaturfall, nedbør og vind gjør at sauene ofte trekker ned for å søke livd eller blir stående å «sture». Også endringer av beitegrøda, både kvantitet og kvalitet, gjennom sesongen påvirker sauens beitevaner. Sauen følger plantenes fenologiutvikling ettersom våren «flytter» seg oppover i terrenget. Dette viser at sauene tilpasser seg miljøet, på ulike tidsskalaer, det være seg klima eller ressurstilgang. En bedre forståelse av sauens atferdsmessige plastisitet er viktig for en fornuftig utnyttning av våre utmarksressurser, ikke minst for å kunne tilpasse seg eventuelle klimaendringer.

Dette studiet er en del av Hol-prosjektet som har pågått i over ti år med et forsøksdesign med tre behandlinger (høyt: ~80 sau per km<sup>2</sup> og lavt: ~30 sau per km<sup>2</sup> beitestrykk, pluss kontroll) med tre gjentak av hver behandling; dvs. 9 innhegninger - av disse 6 hegn med NK sau. Totalt er 2,7 km<sup>2</sup> inngjerdet i et medium produktivt fjellbeite (området er vegetasjonskartlagt) som strekker seg fra lavalpin ~ 1000 moh. til mellomalpin sone om lag 1350 moh.

Alle søyene er utstyrt med GPS-klaver som logger posisjon og aktivitet hvert 30. minutt. GPS-klavens aktivitetssensor registrerer bevegelse i X-Y aksene og anvendes til rekursivt å differensiere atferdstype i de aktive og inaktive perioder. I tillegg til direkte observasjoner registreres værddata i 30 min intervall fra værstasjon i forsøksområdet knytter og værddata av høy kvalitet til direkte observasjoner og tidssynkroniserte GPS-posisjoner.

I dette studiet undersøker vi sauens aktivitetsmønster ved høy og lav dyretetthet og spør:

- Påvirkes aktiviteten gjennom døgnet av:
  - «Vær og vind»?
  - Innstråling
- Endres aktiviteten gjennom sesongen på grunn av:
  - Endring i innstråling?
  - Utvikling i beitegrødens kvalitet og kvantitet?
- Hvor synkron er sauene i aktivitetsmønsteret innen og mellom hegn, og mellom de to tetthetene, og varierer synkroniteten gjennom sesongen?

Vi presenterer foreløpige resultater og nye metoder som er under utvikling.

# Lammeproduksjon på beite - samspill mellom kjønn og miljø



**Geir Steinheim**  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap  
geir.steinheim@nmbu.no

Som en del av prosjektet «Sau i drift» ser vi på genetiske og miljømessige effekter som påvirker produksjon av lam på utmarksbeite.

Et grunnleggende spørsmål er om ulike genotyper av sau produserer ulikt i ulike miljø, med andre ord om det er et samspill mellom gener og miljø. Genotype kan være «farlinjer» og problemstillingen vil da bli om samme vær gir bra lam i alle miljøer, eller om en vær vil være best i ett miljø og en annen vær i et annet miljø. Arbeid rundt dette pågår nå i prosjektet.

Grunnleggende er også spørsmål rundt effekt av *kjønn* på lammet: er tilvekst, overleving o.a. det samme hos søyelam som hos værlam? Vi har valgt å studere dette ved først å beregne genetiske korrelasjoner mellom vær- og søyelam, for å kunne svare på om (for eksempel) tilvekst er samme egenskap hos begge kjønn. Vi har valgt å bruke bivariate farmodeller for å estimere genetisk korrelasjon mellom kjønn. I tillegg beregner vi hvordan sommertilveksten varierer hos søye- versus værlam i ulike besetnings- og årsmiljøer: vil det være større variasjon mellom værlam enn mellom søyelam i en besetning? Hvis svaret er ja antyder det at værlam er mer følsomme for miljøvariasjon enn søyelam.

Evolusjonsteori antyder at egenskaper som tilvekst og vekt er tilnærmet samme egenskap mellom kjønn, mens såkalte «fitness»-egenskaper som dødelighet og antall avkom som overlever til kjønnsmoden alder, forventes å ha en lavere mellom-kjønn korrelasjon. Dette er bl.a. bekreftet i en studie på hjort, men det er generelt lite empirisk støtte for teorien. Sauekontrollens databaser gir unike muligheter for å gjøre studier som forener en husdyrfaglig og biologisk tilnærming.

Foreløpige resultat viser at tilvekst som forventa genetisk sett er samme egenskapen (korrelasjon på 0,95) hos vær- og søyelam. Vi har tidligere gjort fenotypiske analyser som antyder at det er et samspill mellom kjønn og miljø for overleving hos lam om sommeren. Arbeidet framover vil bestå i å fullføre disse analysene og å gå dypere inn i hvordan genetiske korrelasjoner og miljøfølsomhet hos sau har relevans for produksjon og avlsopplegg.



# Sauebeiting motvirker klimainduserte vegetasjonsendringer i norske fjell



James D.M. Speed<sup>1</sup>, Gunnar Austrheim<sup>1</sup>, Alison Hester, Atle Mysterud, Øystein Holand<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for naturhistorie, <sup>2</sup>The James Hutton Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, UK. <sup>3</sup>Universitet i Oslo, Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES), Norway, <sup>4</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap oystein.holand@nmbu.no

Et varmere klima har vært knyttet til økt vertikal utbredelse av plantearter og samfunn, samt en økning i artsrikdom i fjellvegetasjon. Imidlertid kan beite også ha betydelige konsekvenser for fjellvegetasjon, og fjellområder i Norge har husdyrbeiting en lang historie. Her rapporterer vi fra et langsiktig og storskala beiteeksperiment med sau i fjellet i Sør-Norge (Hol), hvor beitetrykket ble økt (80 sauer km<sup>-2</sup>), redusert (0 sauer km<sup>-2</sup>) eller opprettholdt på tidligere nivå (25 sauer km<sup>-2</sup>).

Endringen i plantesamfunnet var minimal der tettheten av sau ble opprettholdt på tidligere nivåer. Opphør av beiting ga en nedgang i artsrikdom ved lave høyder og en økning i artsrikdom i høyereliggende områder (Speed *et al.* 2013b). Dette skjedde samtidig som grasmarkvegetasjonen hadde en vertikal forskyvning på 3 m over 8 år (Speed *et al.* 2012). Ved økt tetthet av sau var det derimot en nedgang i artsrikdom i den mest beita grasmarka, samtidig som sammensetningen av grasmarkvegetasjonen viste en vertikal forskyvning på 4 m nedover.

Endringer i fjellvegetasjonens sammensetning som følge av klimaendringer er sannsynligvis relativt ubetydelig i forhold til en dramatisk stigning i tregrensa forårsaket av reduksjon i beitetrykk; vi observerte rekruttering av fjellbjørk langt over dagens tregrense der hvor sauene ble fjernet. Til sammenligning var selv lave tettheter av sau tilstrekkelig for å hindre rekruttering av bjørk over tregrensa (Speed *et al.* 2010). Sauebeiting reduserte også

høyde og tykkelsesvekst av bjørk innenfor tregrense-økotonen (Speed *et al.* 2011b). En dendrokronologisk tilnærming ble brukt til å skille bidragene fra beite og klima på årlig tilvekst hos bjørk (Speed *et al.* 2011a). Dette viste at effekten av sauebeite (tettheter mellom 0 og 80 sauer km<sup>-2</sup>) oppveide effekten av årlige klimatiske variasjoner (som omfatter 4 °C). Tetthet og vekst hos vier ble hemmet av sauebeiting på høyereliggende områder, men begünstiget av sauebeite på lavereliggende områder. Dette viser at forvaltning av beitedyr kan forebygge gjengroing i fjell økosystemer (Speed *et al.* 2013a).

Vår studie viser hvordan interaksjoner mellom beitedyr og vegetasjon varierer langs en høydegradient, og at beitedyr kan bufre endringer forårsaket av andre drivkrefter som temperaturøkning i fjellet. Dette er svært viktig for forvaltningen av biologisk mangfold og de økosystemtjenester fjellet kan gi.

## Referanser

- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A.J. & Mysterud, A. 2010. Experimental evidence for herbivore limitation of the treeline. *Ecology* **91**:3414-3420.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A.J. & Mysterud, A. 2011a. Browsing interacts with climate to determine tree-ring increment. *Functional Ecology* **25**:1018-1023.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A.J. & Mysterud, A. 2011b. Growth limitation of mountain birch caused by sheep browsing at the altitudinal treeline. *Forest Ecology and Management* **261**:1344-1352.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A.J. & Mysterud, A. 2012. Elevational advance of alpine plant communities is buffered by herbivory. *Journal of Vegetation Science* **23**:617-625.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A.J. & Mysterud, A. 2013a. The Response of Alpine *Salix* Shrubs to Long-Term Browsing Varies with Elevation and Herbivore Density. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* **45**:584-593.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., & Mysterud, A. 2013b. The response of plant diversity to grazing varies along an elevational gradient. *Journal of Ecology* **101**:1225-1236.

# Kjennetegn ved de som vil slutte med sauehold



**Ola Flaten**  
Norsk institutt for landbruks-  
økonomisk forskning  
ola.flaten@nilf.no

Antall bruk med sauehold gikk ned fra 22 111 i 2001 til 14 440 i 2013. I samme periode falt sauetallet fra 980 000 til nærmere 900 000 avlsdyr (per 31. juli). Antall dyr har gått ned mer i noen deler av landet (f.eks. på Vestlandet) enn i andre. Færre sauebruk og færre sau kan føre til økt gjengroing og forfall av verdifulle kulturlandskap utviklet gjennom århundrer med beiting og høsting av fôr i inn- og utmark, svekket utnyttning av grovfôrressurser og mindre levende bygdesamfunn. Til tross for saueholdets viktige multifunksjonelle roller, vet vi lite om hva som gjør at noen fortsetter med sauedrift mens andre slutter.

Formålet med denne studien var å undersøke hvilke forhold som påvirker om gardbrukere har til hensikt å fortsette med, eller å avvike saueholdet. Data ble hentet fra 59 deltakerbruk i NILFs driftsgranskinger. Disse hadde sauehold som hovedproduksjon i jordbruket. Gjennomsnittstall fra regnskapsåra 2007 og 2008 ble nyttet. Studien bygde også på en spørreundersøkelse fra våren 2009 blant de samme brukerne.

Av de 59 respondentene svarte en fjerdedel (15 bruk) at de planla å slutte med sauehold på garden innen 10 år, mens tre fjerdedeler (44 bruk) planla å fortsette. En enkel gruppesammenlikning viste at de som ville fortsette med sau så på det lokale fagmiljøet som bedre, og de la mer vekt på ikke-økonomiske mål med gardsdrifta enn de som ville slutte.

Deretter ble en to-trinns prosedyre brukt for å finne ut av hvilke faktorer som påvirket planer om å slutte. I første trinn ble faktorer som påvirker lønnsomheten i gardsdrifta klarlagt. Økonomiske resultat var i gjennomsnitt svake, men større flokker hadde jamt over bedre lønnsomhet enn små. Lengre driftstid (flere år siden eierskifte) bidro også positivt på inntjeninga.

I trinn to ble en binær logistisk regresjonsmodell nyttet til å fastslå hvordan forklaringsvariablene påvirket valget mellom å slutte eller å fortsette med sau. Kun en variabel hadde en statistisk sikker virkning. Et sterkt lokalt fagmiljø hadde positiv sammenheng med planer om å fortsette med sau. Det kunne ikke påvises noen sammenhenger mellom andre forklaringsvariabler i modellen og planer om å fortsette med sau. Andre forklaringsvariabler inkluderte lokalisering, inntekter utenfor bruket, forventa økonomisk resultat i saueholdet og mål med gardsdrifta.

Siden andre forhold enn lønnsomhet har betydning for framtidsplaner, vil strategier for å opprettholde og øke saueholdet som begrenser seg til økonomiske forhold gå glipp av viktige faktorer som gjør at gardbrukere driver med sau til tross for svak lønnsomhet. Denne studien antyder at et godt lokalt fagmiljø betyr mye for å begrense avgangen av sauebruk.

# Matproduksjon på norske arealressursar med og utan import av fôrråvarer



Anne Kjersti Bakken & Astrid Johansen  
Bioforsk  
anne.kjersti.bakken@bioforsk.no

I landbruksmeldinga frå Stoltenberg II-regjeringa (Meld. St. 9, 2011-2012) vart det lagt vekt på at den ønska auken i norsk landbruksbasert matproduksjon måtte baserast på nasjonale ressursar så langt det var muleg. Viktige ressursar i så måte var grovfôr og beite, inkludert utmarksbeite. Engasjerte debattantar både frå miljøørsla og næringa sine eigne faglag har hevda at auka bruk av slikt fôr kan erstatte mykje av kraftfôrimporten, og at vi kan produsere meir mat på norske arealressursar enn vi gjer i dag.

Vi har på grunnlag av ein enkel kalkyle drøfta kor langt og under kva vilkår dette vil vere fysisk muleg. Utgangspunktet for rekneøvinga var statistikk for samla norsk landbasert matproduksjon i 2011, estimerte gjennomsnittsavlingar for korn og grovfôr, forenkla fôrplaner for fjørfe, svin og drøvtyggarar, kunnskap om samansetjing av kraftfôr til ulike dyregrupper, samt tal for kor stort fôropptak ein maksimalt kan ha på beite i eit land med kort vekstsesong. Derfrå estimerte vi kor mykje jordbruksareal som vart brukt per kg produsert mjølk, kjøtt, egg og matkorn, og opna for ei endring i arealbruken og matproduksjonen gitt at ein kuttar all import av kraftfôrråvarer med og utan maksimal bruk av utmarksbeite. Potet, grønsaker, frukt og bær vart ikkje tatt inn i kalkylen fordi desse kulturgruppene dekker knapt 5 % av det fulldyrka arealet.

Vi fann ingen måte å bruke noverande norske areal- og utmarksressursar på som gjer oss i stand til å produsere kjøtt, egg og mjølk i dei mengdene som blir konsumert i Norge i dag utan tilskott av fôrråvarer dyrka i utlandet. Sjølv om ein skulle kunne vri konsumet heilt eller delvis frå svin- og fjørfe- til småfe- og storfekjøtt, ville det ikkje finnast nok dyrkajord til noverande kjøtt- og mjølkekonsum med mindre ei storstilt nydyrking av kornjord vart gjennomført. Dette gjeld også om ein gjer radikale endringar i drøvtyggarproduksjonane og maksimerer beiteandelen av fôrrasjonen og haustar denne i utmark. Arealgrunnlaget for vinterfôrproduksjon vil setje skrankar for kor mykje animalske matvarer ein kan produsere.

Sjølvforsyningsgraden i Norge vil først kunne auke vesentleg dersom det skjer store endringar i kosthaldet frå egg, kjøtt- og mjølkeprodukt til fisk og planteprodukt frå vekstar som kan dyrkast her i landet. Auka avlingar i planteproduksjonen, minka svinn i alle ledd frå jord til avfallsdunk og nydyrking vil også kunne bidra relativt meir enn ein overgang til husdyrproduksjonar med låg avdrått og/eller stort beiteopptak i utmark.

# Produksjon av norsk mjølk og storfekjøtt i eit livsløpsperspektiv



Astrid Johansen  
Bioforsk  
astrid.johansen@bioforsk.no

Frå det NFR-finansierte prosjektet «Miljøeffekter og ressursutnytting langs produksjonslinjene til et utvalg av viktige norske landbruksbaserte matvarer - en livssyklusanalyse» som blei avslutta i mars 2013, blir her nokre resultat for mjølk og kjøtt presentert.

Ei livsløpsanalyse inneber ei systematisk kartlegging av uønska miljøpåverknader som oppstår under produksjon av ei vare eller teneste. Ho omfattar identifisering og kvantifisering av energi- og materialforbruk og utslepp til miljøet gjennom heile livssyklusen til produktet. I denne studien er uttak av råmaterial og vidareforedling av desse fram til innsatsfaktorar (traktorar, reiskap, bygningar, inventar, gjødsel, kalk, såvarer, kraftfôr, drivstoff, straum, sprøytemiddel, konserveringsmiddel, plast, båsmitter, vaskemiddel, strø, medisin) i kjeda teke med. Vidare er direkte utslepp frå jord og plantedecke, dyr og gjødsellager inkludert. Endeleg er indirekte og direkte utslepp frå meieri- og slakteriindustri (emballasje, energibruk) med, heilt fram til produkta (lettmjølk, kvitost, kjøttdeig) er i butikkhyllene. Transport, både før, etter og på garden er inkludert. Berekningane gjeld mjølkebruk med fullt påsett, utan anna planteproduksjon enn grovfôr og på areal der netto karbonfrigjering frå jorda er null. Ein har elles lagt til grunn resultat frå livsløpsanalyser av norsk kornproduksjon for kornråvarene i kraftfôret. For andre råvarer og innsatsfaktorar har ein brukt etablerte databaser. I tillegg til globalt oppvarmingspotensial (GWP) og forbruk av ikkje-fornybare energikjelder var 16 andre indikatorar for miljøpåverknad med i analysa.

Kartlegginga viste at 95 % GWP ved produksjon av både konsummjølk (1,7 kg CO<sub>2</sub>-ekviv.), kvitost (17 kg CO<sub>2</sub>-ekviv.) og kjøttdeig (28 kg CO<sub>2</sub>-ekviv.) er knytt til gardsdrifta og innsatsfaktorane som krevst til denne. Tala i parentes gjeld GWP per kg av dei respektive produkta når mjølk og slakteskrottar er produsert med gjennomsnittleg avdrått/tilvekst hos dyra og med middels intensitet i grovfôrproduksjonen. Av total GWP før gardsgrinda utgjer utslepp frå dyr og gjødsellager (metan) 45-50 %. Resten (i stor mon lystgass), er i hovudsak knytt til bruk av mineralgjødsel og husdyrgjødsel i grovfôrproduksjonen, og til dyrking av korn og proteinvekstar til kraftfôret. Intensivering av produksjonen på gardsnivå (høgare avdrått og tilvekst, sterkare gjødsling, større avlingar, mindre beiting) gir lågare GWP/kg enn mjølk og kjøtt produsert med moderat intensitet. I denne studien fann ein at kraftfôrandel i fôrrasjonen betyr lite for samla GWP. Dette av di lystgassutslepp knytt til produksjon av kraftfôrråvarer er større enn tilsvarende utslepp ved grovfôrproduksjon. Denne skilnaden veg opp for lågare metanutslepp frå dyra ved høg versus moderat eller låg kraftfôrandel.

Andre positive effektar av å intensivere drifta er at forbruk av ikkje-fornybare energikjelder, utslepp av giftstoff og forsuring av jord blir noko mindre per produsert eining samanlikna med middels konvensjonell drift. Økologisk produksjon gir på si side om lag same GWP som middels konvensjonell produksjon, men legg beslag på meir areal og bidreg i større grad til forsuring av jord. På den andre sida kjem økologisk produksjon gunstigare ut enn middels konvensjonell produksjon når det gjeld forbruk av ikkje-fornybare energikjelder og ikkje minst terrestrisk økotoksisitet som er marginal ved økologisk produksjon.

Dette viser at livsløpsanalyser kan klarlegge konflikhtar mellom mål om å minke arealbruk og klimagassutslepp knytt til produksjonen på den eine sida og mål om å kutte i utslepp av giftige stoff på den andre.

## Langvarige engforsøk - resultat over 40 år



Ievina Sturite  
Bioforsk  
ievina.sturite@bioforsk.no

For å undersøke langtidsvirkning av ensidig grovfôrproduksjon, ble det anlagt feltforsøk på tre steder: Særheim (1968), Fureneset (1974) og Svanhovd (1969). Også feltet på Fureneset ble først anlagt i 1968, men etter noen år ble det nødvendig å flytte feltet, og en begynte da på nytt i 1974. Målet var å dokumentere hvor stor fôrproduksjon en kan oppnå på varig eng sammenlignet med kortvarig eng med forskjellige omløp. En ville også undersøke hvilken virkning beiting med sau og storfe kan ha på produksjon og varighet av enga ved bruk av forskjellig gjødslingsstyrke. I forsøksplanen var det derfor tatt med tre omløp (permanent eng, 3-årig eng og 6-årig eng), tre bruksmåter (to eller tre ganger slått, en eller to slåtter og høstbeiting med storfe, vårbeiting med sau + en eller to slåtter + høstbeiting med sau) og to mineralgjødselmengder (normal: 23 kg N + 3 kg P + 150 kg K /daa/år på Særheim og Fureneset og 13 kg N + 4 kg P + 9 kg K på Svanhovd og 150 % av normalgjødselmengde). I 3-årig eng var det brukt timotei i rein bestand, på 6-årig og varig eng var det brukt grasfrøblandinger. I 1991 ble forsøkene forenklet og beiting kombinert med slått ble tatt ut. I 1992 fortsatte forsøkene etter ny plan der husdyrgjødsel ble tatt inn, men omløpene ble beholdt hovedsakelig etter den opprinnelige planen. I 1992 ble det anlagt ny permanent eng i tillegg til permanent eng fra 1968/1974. Avling, fôr kvalitet, botanisk sammensetning og jordtilstand ble registrert og analysert.

Hovedkonklusjon fra første forsøksserie var at en regelmessig ompløying av enga hvert sjetten år ikke ga noen forbedring, verken av avlingsmengde eller

avlingskvalitet i forhold til varig eng. Dersom enga var pløyd hvert tredje år, ble avlingene redusert med ca. 10 %. I tillegg ble det konkludert med at to slåtter og høstbeiting med storfe gav større avling enn tre slåtter, både i varig eng og i 6-årig eng på Vestlandet. *To slåtter kombinert med vår- og høstbeiting med sau gav like stor avling som tre slåtter på varig eng, og avlingen ble i tillegg spesielt proteinrik. Driftsmåten påvirket sammensetningen av plantebestanden. Moldinnholdet i matjorda var størst i varig eng på Særheim og Svanhovd, mens det på Fureneset ikke var noen sikker forskjell mellom de ulike omløp. Jord i varig eng hadde også større porevolum og mindre jordtetthet enn jord som ble drevet i et kortvarig omløp. Jordas bæreevne økte med økende engalder så lenge plantebestanden var tett.*

Avlingsresultater fra andre forsøksperiode bekreftet også at varig eng produserte omtrent like mye føreheter som kortvarig eng. Men permanent eng inneholdt betydelig mer tofrøbladete urter og ikke-sådde grasarter enn ompløyd eng. I 40-års eng på Særheim var kveke dominerende art (i gjennomsnitt 70 %), mens det på Svanhovd var krypsoleie (70 %). Krypsoleie konkurrerte også ut sådde grasarter i tredje- og sjette års eng, og derfor var det ikke forskjell i botanisk sammensetning mellom de ulike omløp. På Fureneset, derimot, var andelen kveke bare 19 % i 40-års eng og 25 % i 20-års eng. Det var en god del timotei (15-24 %), engsvingel (6-7 %), rapparter (7-13 %), noe raigras og hundegras. Kulturplantenes opprinnelse i varig eng ble ikke undersøkt. Derfor kan en bare spekulere i hvordan plantene er bevart over tid. Endringer i jordas totale innhold av organisk karbon (TOC) gjennom en periode på 23 år varierer mellom forsøkslokaliteter. Generelt finner en mer karbon i permanent eng enn i 6-årig eng, men det er kun i langvarig eng på Fureneset. TOC-innholdet i jorda har økt i løpet av disse årene. På Særheim og Svanhovd er det registrert en nedgang i TOC-innholdet i jorda både i permanent og 6-årig eng. For å forstå karbondynamikken i jorda over tid bør langvarige forsøk derfor videreføres.

# Verknad av traktorkøyning på jord, næringsstoffutnytting og engavling



Synnøve Rivedal, Hugh Riley,  
Tor Lunnan & Ilevina Sturite  
Bioforsk  
synnove.rivedal@bioforsk.no

Køyning på eng kan redusere avling som følge av både direkte skader på plantene og pakking av jorda. Vi har undersøkt korleis køyning med lett traktor (3-4 tonn) og tung traktor (6-7 tonn), utført ved dobbel spordekking etter slåttane i engåra, påverkar jordfysiske forhold og avling av rein graseng og kløverblanda eng ved to gjødslingsnivå. Feltforsøka vart gjennomførte frå 2010 til 2013 på Bioforsk Nord Tjøtta, Bioforsk Vest Fureneset og Bioforsk Øst Løken. På Tjøtta vart feltet lagt ut på mellomsand (86 % sand, 11 % silt, 3 % leir, 6 % glødetap), medan jordarten på Fureneset var siltig mellomsand (59 % sand, 35 % silt, 6 % leir, 15 % glødetap) og på Løken silt (14 % sand, 81 % silt, 5 % leir, 5 % glødetap). Det vart gjort avlingsregistreringar ved to slåttar per år i tre engår. Jordfysiske forhold vart undersøkt ved analyse av sylinderprøvar frå to og tre sjikt (5-9, 15-19, 23-27 cm) etter andre engår på høvesvis Fureneset og Tjøtta og frå tre sjikt etter tredje engår på Løken.

Jorda på Tjøtta hadde i utgangspunktet høg luftkapasitet (21-25 %), høg luftpermeabilitet (26-34  $\mu\text{m}^2$ ) og låg relativ pakkingsgrad (67-74 %). Traktorkøyning hadde liten verknad på jordtettleik, porevolum og luftpermeabilitet. Relativ pakkingsgrad vart etter køyning ikkje høgare enn 77 %, og var dermed framleis lågare enn det som er rekna som optimalt for plantevekst (82-87 %). Jorda på Fureneset hadde i utgangspunktet ein luftkapasitet på 8-10 %, middels høg luftpermeabilitet på 14-19  $\mu\text{m}^2$  og ein gunstig relativ pakkingsgrad på 85-86 %. Køyning reduserte luftkapasiteten til 7-8 % og luftpermeabiliteten til 7-13  $\mu\text{m}^2$ , medan relativ pakkingsgrad auka til 88-91 %. På Fureneset var det

ein tendens til at køyning med tung traktor påverka dei jordfysiske eigenskapane meir enn lett traktor. På Løken var luftkapasiteten på upakka jord rimeleg høg (11-15 %), men luftpermeabiliteten var låg (4,8-6,5  $\mu\text{m}^2$ ) og relativ pakkingsgrad høg (90-94 %). Køyning med traktor reduserte luftkapasiteten til 6-8 % og luftpermeabiliteten til 0,4-3,2  $\mu\text{m}^2$ , som begge er under kritisk grense for god plantevekst (10 % og 3  $\mu\text{m}^2$ ). Relativ pakkingsgrad auka til 100-105 %, noko som er svært høgt. Det såg ut til at jorda vart mest pakka i øvste sjiktet, og då etter køyning med den lette traktoren.

Reduksjonen i avling som følge av køyning med traktor såg ut til å vere sterkt avhengig av dei fysiske eigenskapane til jorda på felta. I snitt for andre og tredje engår var det statistisk sikker avlingsnedgang for køyning berre på Løken. Det var ikkje sikre skilnader mellom lett og tung traktor. Avlingsutslaget var størst i andreslåttan. På Løken var middel avlingsnedgang på 26 %, på Fureneset 4 % og på Tjøtta berre 1 %. Det var ein tendens til størst avlingsnedgang for lett traktor på Løken og for tung traktor på Fureneset.

Auke i gjødslinga frå 11 til 17 kg nitrogen/daa gav i middel ei meiravling på 143 kg TS/daa i snitt for andre og tredje engår og tre felt. Det var ein tendens ( $p=0,06$ ) til at køyning reduserte meiravlinga for gjødsling med middel meiravling på 165 kg TS/daa utan køyning, 139 kg for lett traktor og 124 kg for tung traktor. Meiravlinga for gjødsling var i middel mykje høgare i graseng (210 kg) enn i kløverblanda eng (109 kg).

Køyning på eng kan gje stor avlingsreduksjon på jordartar som er utsett for jordpakking, men betyr lite for avlinga på mindre pakkingsutsett jord. I praktisk drift vil truleg slitasten på plantedekket vere større enn det ein fekk på desse felta, særleg i hellande terreng. Det var liten skilnad i avlingsutslag mellom lett og tung traktor. Jordpakking ser ut til å redusere utnyttinga av tilført næring på alle jordtypar og aukar dermed faren for ureining av miljøet.

# Nitrogentap i form av $N_2O$ fra kløverrik eng gjennom vinteren



Ievina Sturite<sup>1</sup>, Synnøve Rivedal<sup>1</sup>  
& Peter Dörsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norges miljø- og  
biovitenskapelige universitet (NMBU)  
ievina.sturite@bioforsk.no

En lang norsk vinter med vekslende værforhold er en utfordring for overvintrende engvekster. Vinterskader på plantevevet kan resultere i nitrogen (N)-tap, særlig fra kløver, som er en N-rik plante. For å undersøke i hvilken grad kløverrik eng bevarer N fra en vekstseson til en annen og hvor mye N som tapes i form av lystgass ( $N_2O$ ) gjennom vinteren, ble det gjort målinger i etablert eng (0-30-100 % kløver i frøblanding) på Vestlandet (Fureneset) og i Nord Norge (Tjøtta) vintrene 2011/2012 og 2012/2013. En undersøkte også hvilken virkning kjøring med tung traktor (6-7 t) i vekstsesonen og høsting av overjordisk biomasse sent om høsten kan ha på N-tapet.

Sent om høsten og tidlig om våren ble engplantene klipt og stubb og røtter gravd ut. N-innholdet i de ulike plantedelene vår og høst ble analysert.  $N_2O$ -flukser ble målt manuelt ved bruk av statiske kammer fra oktober til månedsskiftet april-mai.

Tap av N var størst fra overjordiske plantedeler og kløverblad tapte betydelig mer N enn grasblad gjennom vinteren. I gjennomsnitt for to år og to lokaliteter tapte kløverbladene 82 % av N, mens grasbladene kun tapte 7 %. Det var liten variasjon i tap mellom år på tross av stor variasjon i vinterklima mellom årene. Disse resultatene er helt i tråd med tidligere studier på Østlandet, hvor det enkelte år ble registrert opp til 75 % N-tap fra kvitkløverblad. N-innholdet i stubb og røtter ble i noen tilfeller redusert, mens det i andre tilfeller økte gjennom vinteren. Betydelig økning av N, særlig i gras- og kløverrøtter den første vinteren, er vanskelig

å forklare siden N-innholdet i dødt overjordisk plantemateriale var omtrent likt N-innholdet i levende plantemateriale. En kan likevel ikke utelukke relokalisering av N fra overjordiske plantedeler til stubb og røtter. En annen forklaring kan være at høsten 2011 ble plantene samlet for tidlig, og en varm november lot plantene fortsette å vokse og ta opp næring. Dette setter et søkelys på N-tap fra blad, særlig om den kunne blitt transportert og bundet i røtter før bladene dør.

Kutting og fjerning av overjordisk plantemateriale sent om høsten påvirket i liten grad N-status i stubb og røtter gjennom vinteren. Dette bekrefter at stubb og røtter ikke blir utsatt for vinterskader hvis en tar bort overjordisk biomasse like før vinteren.

Stort N-tap fra kløverblad gjennom vinteren fikk oss til å stille spørsmål om hvor mye av denne N som tapes i form av  $N_2O$ , og når på vinteren  $N_2O$ -fluksene er høyest. Kløverblad er lett nedbrytbare og når karbonet (C) blir brukt til mikrobiell vekst kan også oksygenet bli brukt opp. I slike anaerobe forhold kan N tapes som gass gjennom denitrifikasjon. Både på Vestlandet og i Nord Norge er vintrene ustabile, og i løpet av forsøksperioden var det flere episoder med frysing og tining av jorda. Gassfluksene var høyest under tining av jordas øverste lag og ble mye lavere når jord- og lufttemperatur stabiliserte seg. Det var registrert tre til fire fryse-tine-episoder i løpet av en vinter. I gjennomsnitt for to år, ble totale  $N_2O$ -utslipp fra eng med kløver (30 og 100 % kløver) betydelig høyere enn fra rein graseng, både på Fureneset og Tjøtta. Høsting av overjordisk biomasse sent om høsten reduserte ikke  $N_2O$ -utslipp i forhold til urørt engbestand. Pakkingseffekt ble registrert både på Fureneset og Tjøtta og dette resulterte i større totalt gasstap. Enkle beregninger tyder på at 3,8 til 7,5 % av N-tapet fra urørte kløverblad gjennom vinteren skjer i form av lystgassstap. En bør gjøre flere undersøkelser for bedre å forstå kløverens N-dynamikk gjennom vinteren.

# Ensilering og fôr kvalitet i kløverrikt materiale



Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup>, Merko Vaga<sup>2</sup>,  
Mårten Hetta<sup>2</sup>, Åshild T. Randby<sup>3</sup>  
& Håvard Steinshamn<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Sveriges Lantbruksuniversitet  
Umeå, <sup>3</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige  
universitet  
anne.kjersti.bakken@bioforsk.no

Grovfôret utgjør ei viktig proteinkjelde for drøvtyggarane sjølv om proteinet er lettomsetteleg og utsett for nedbryting under konservering og i vom. Utnyttinga avheng mellom anna av ei vellykka konservering og ein god balanse mellom protein og omsettelege karbohydrat som er substrat for mikrobane i vomma. Berre ein liten del av råproteinet i gras og kløver går intakt til tynntarmen, for opptak i dyret direkte, utan vegen om mikrobeprotein. I økologisk dyrka eng er det gjerne eit høgt innhald av kløver, spesielt i gjenvekstane. Medan vårveksten oftast inneheld lite råprotein og relativt meir av lettfordøyelege karbohydrat, vil dei kløverrike andreslåttane ha meir protein og ein tyngre fordøyeleg fiber- og karbohydratfraksjon.

I ei undersøking har vi sett på koss fôr kvaliteten kan variere mellom typisk første- og andreslått i økologisk surfôrproduksjon. Fortørking av hausta materiale skjedde under kontrollerte forhold innandørs til ca. 23 % TS, enten i løpet av 7,5 eller 24,5 timar både i første- og andreslått. Ensilering vart gjort i laboratoriesiloar enten utan konserveringsmiddel, med tilsats av maursyre eller med tilsats av bakteriepreparatet Kofasil Lac (Addcon Nordic). Kløverinnhaldet var på høvesvis 30 og 75 % i første- og andreslått. Resten var timotei, fleirårig raigras og engsvingel. Førsteslått vart tatt ved tidleg begynnande skyting hos timotei, og andreslått ca. 600 døgngrader seinare.

Analysane viste at vårveksten inneheldt meir vassløselege karbohydrat og nedbrytbar NDF (nøytralløseleg fiber) enn gjenveksten. Den

sistnemnde inneheldt på si side meir råprotein, stivelse og ikkje-nedbrytbar NDF. Ein større del av råproteinfraksjonen var løyseleg i vårvekst enn i gjenvekst, og andelen løyseleg protein auka i vårveksten meir under sein enn rask fortørking. Tørkefart såg altså ikkje ut til påverke råproteinfraksjonen like mykje i det mest kløverrike materialet (andreslått).

Alt surfôret vart vellykka konservert, men det vart skilnader både i energi- og proteinverdi etter slått, tørkefart og type konserveringsmiddel. Fôret som hadde høgast innhald av netto energi for laktasjon (NEL), var frå førsteslått og hadde vorte raskt fortørka og konservert med maursyre. Lågast energiinnhald fann ein i surfôr frå andreslått som hadde vorte seint fortørka og ikkje tilsett konserveringsmiddel. Sjølv om førsteslått i utgangspunktet inneheldt mindre råprotein enn andreslått (10 % mot 13 % av TS), hadde han både som fortørka og ensilert materiale høgare innhald av aminosyrer som kunne absorberast i tarmen (AAT) enn tilsvarende for andreslått. Surfôret med høgast proteinverdi (AAT) hadde 90 g AAT per kg TS, og var førsteslåttsfôr konservert med maursyre. Lågast verdi (63 g AAT per kg TS) fann ein i andreslåttsurfôr konservert med med Kofasil Lac eller utan konserveringsmiddel.

Ein konkluderer at råproteinfraksjonen i kløverrikt materiale frå andreslått såg ut til å vere mindre utsett for nedbryting under konservering enn materiale frå førsteslått som inneheldt meir gras, men at fôr kvalitet vurdert ut frå energiinnhald og proteinverdi var høgare i den siste typen, likevel. Begge delar har samanheng med kvaliteten på karbohydratfraksjonen hos gras versus kløver. Det var også eintydig at energi og protein vart best konservert med bruk av maursyre som ensileringsmiddel.

Prosjektet er finansiert av Landbruks- og regionalforvaltninga i Sør- og Nord-Trøndelag, TINE Rådgivning og Medlem, Norsk Landbruksrådgivning og Forskningsmidler over jordbruksavtalen.



# Vekstrytme og avlingspotensial i raudkløvereng



Håvard Steinshamn, Mats Höglind,  
Liv Østrem & Anne Kjersti Bakken  
Bioforsk  
havard.steinshamn@bioforsk.no

Førsteslåttan av økologisk dyrka eng med raudkløver har normalt høg energiverdi og lågt proteininnhald, og omvendt i atterveksten. Det kjem hovudsakleg av at mengd kløver i avlinga er låg i vårveksten og relativ høg i atterveksten. Avlingsnivået i økologisk eng heng nøye saman med kløverinnhaldet i avlinga, dess meir kløver dess større er avlinga. I ein forsøks-serie testa vi om ein kan auke innslaget av kløver, og dermed avlinga og proteininnhald i avlinga i første-slåttan, med å bruke sortar som er raskare i fenolo-gisk utvikling om våren enn dei tradisjonelle, norske raudkløversortane. Hypotesen var at i ei blandingseng av gras og raudkløver vil ein raudkløversort som er rask i utvikling om våren gi større avling av raudklø-ver og totalt. To norske raudkløversortar, 'Reipo' og 'Lars', vart samanlikna med ein estisk sort, 'Varte', samt ei blanding av 'Reipo' og 'Varte'. 'Varte' har i verdiprøving av raudkløver vore tidlegare enn dei norske sortane. Kvar av dei fire raudkløveralterna-tiva, 'Reipo', 'Lars', 'Varte' og 'Reipo' + 'Varte', vart sådd i blanding med timotei og engsvingel. I tillegg var slåttssystem, to og tre slåttar per år, med som forsøksfaktor. Forsøket vart lagt ut i 2011 på tre Bioforsk-stasjonar i Sør-Noreg (Kvithamar, Fureneset og Særheim) og vart følgd i to engår (2012 og 2013). Så langt har vi analyse av avlingskvalitet for første engår.

Som venta utvikla 'Varte' seg raskast om våren og i atterveksten etter sein førsteslått (toslåttssystem), og kløvernivået i førsteslåttsavlinga var størst på rutene med 'Varte'. Med tidleg førsteslått (treslåttssystem) var det liten skilnad mellom sortane i utviklingsfart i atterveksten. I første engår gav 'Varte' om lag 8 % større årsavling (tørrstoff) og 15 % større kløveravling enn den seine sorten 'Lars'. I andre engår var dette

snudd om og 'Lars' gav 6 % høgare avling enn 'Varte', som altså overvintra dårlegare enn dei seine sortane. Det var i førsteslåttan i andre engår at 'Varte' tapte terreng i høve til dei andre sortane. I andreslåttan i begge engåra, gav 'Varte' større avling enn dei andre sortane, spesielt i toslåttsystemet. Slåttesystem hadde sterk effekt på avling. Sein førsteslått gav 40 % større avling i første engår og 150 % større avling i andre engår samanlikna med tidleg førsteslått. Års-avlinga var høvesvis 10 og 28 % lågare ved tre enn to slåttar i første og andre engår.

Skilnad i kløvernivå mellom sortane i førsteslåttan spegla seg att i proteinmengda i avlinga. Råproteinn-haldet og PBV-nivået var høgare i avlinga med 'Varte' enn i dei andre raudkløversortane. I andreslåttan var avlingskvaliteten i treslåttssystemet lite påverka av sort, men i toslåttsystemet var energikonsentrasjo-nen (FEm), råproteinnhaldet, AAT og PBV høgare i avlinga med 'Lars' og 'Reipo' enn med 'Varte'. Kløvernivået i andreslåttan var ikkje påverka av sort, men 'Varte' gav større kløveravling enn dei to andre sortane. I tredjeslåttan var det ingen effekt av sort på avlingskvalitet.

Slåttesystem hadde sterk effekt på avlingskvalitet, med lågare FEm og proteinnivå (RP, PBV, AAT) og høgare innhald av fiber (NDF, iNDF) både i første- og andreslåttan i toslåttsystemet. Energikonsentrasjonen i årsavlinga var i gjennomsnitt over sortar 0,9 FEm/kg TS i treslåttssystemet, medan i toslåttsystemet var den høvesvis 0,80 og 0,82 FEm/kg TS i avlingane med 'Varte' og dei seine raudkløversortane.

Resultata stør delvis hypotesen om at ein raudkløver-sort som er rask i utvikling om våren gir større avling av kløver og totalt i både første- og andreslått og samla for året og høgare proteinnivå i førsteslåttan enn seine raudkløversortar. På grunn av dårlegare overvintringsevne galt dette berre første engår.

Prosjektet er finansiert av Landbruks- og regionalfor-valtninga i Sør- og Nord-Trøndelag, TINE Rådgivning og Medlem, Norsk Landbruksrådgivning og Forsknings-midler over jordbruksavtalen.

# Hvordan øke avling og kvalitet i norske poteter



Per Y. Steinsholt  
Boforsk/Fagforum Potet  
per.steinsholt@bioforsk.no

Det er store utfordringer i norsk potetproduksjon. Avlingsstatistikken viser stagnasjon, arealene reduseres og salget av konsumpoteter har sterk konkurranse fra import. Men her er fremdeles muligheter for fortsatt dyrking av poteter til industri og konsum. Med de riktige tiltakene vil dyktige produsenter fortsatt kunne forbedre sin produksjon og få et godt utbytte av potetdyrkinga.

En vellykket potetproduksjon er avhengig av svært mange faktorer som alle må være stabilt til stede. Klima, vekstsesong, jordart og jordkultur er grunnleggende faktorer for avlingsnivået. De tre årene 2010-12 hadde vanskelige dyrkings- og innhøstingsforhold over store deler av landet, mens innhøstinga gikk lettere i 2013. Avlinga pr. daa for de 4 årene 2009-12 lå på 2400 kg, med variasjon mellom 2291 og 2517 kg. Det er avlingsvariasjon mellom dyrkingsområder, og mellom garder og skifter. Færre produsenter med økende areal har medført økt mekanisering uten at det har gitt større avlinger pr. arealenheter. En medvirkende årsak kan være økt press på arealene som egner seg best til store sprøyter og store, tunge høstemaskiner, og derav dårligere vekstskifte og mer leiejord. Totalt produseres det nå poteter på 126 000 daa (2013), en nedgang fra 137 650 daa i 2009. Om lag 75 % av potetproduksjonen skjer på Østlandet, 14 % i Trøndelag og resten fordelt på Jæren og Nord-Norge.

For å få god produsentøkonomi er det helt avgjørende å produsere poteter med den kvaliteten som etterspørres til henholdsvis konsum og industri. Til konsum er det fokus på utseende. I konkurranse med import-

potet er dette blitt enda viktigere. Sist sesong var skallmisfarging viktigste årsak til utsortering. Sammen med overflateskurv utgjorde dette 25 % av kvalitets-tapet i konsumpoteter, beregnet til 8 % vektutplukk. Det er også et visst fokus på fargeintensitet og krakelering i overflata. Det gjøres ikke registreringer av dette hos varemottagerne, men temaet er med i et nytt forskningsprosjekt fra 2013.

Statistikken som Fagforum Potet har innhentet de siste sesongene viser videre at grønne knoller er største enkeltfeil til industri, og utgjør nær en fjerdedel av tapene ved industrileveranser. Statistikken viser videre at det totale kvalitetstrekket til konsum tilsvarer omtrent 30 % utplukk av avlinga, mens det ved industrileveranser er et gjennomsnittlig kvalitetstrekk på 16 feilenheter.

Det er mekaniske skader, grønne knoller og skurv som dominerer det totale kvalitetsbildet, med i sum 54 % av kvalitetstapene felles for konsumpoteter og industrileveranser. Det er mye å hente på bedre kvalitet, og beregninger viser at grønne poteter til industri aleine kan gi et tap på 2-300 kroner pr. daa, avhengig av avlingsnivået.

Mange faktorer kan gi forbedringer i avlingsmengde og potetkvalitet. Sortsvalg, settepotetkvalitet, forbehandling og beising av settepotetene, gjødsling, hypping, vatning, plantevern, avmodning og høsting. Gode lagringsforhold er også avgjørende for resultatet. Det blir laget sortspesifikke dyrkingsveiledninger, og den nevnte statistikken gir oss muligheter til å prioritere de mest avgjørende tiltak til forbedringer.

Ved å forbedre dyrkingsteknikken vil det være mulig å forbedre lønnsomheten i potetdyrkinga. Ved en potetpris på kr 2,00 pr. kg og et avlingsnivå på 3000 kg gir det totale kvalitetsutplukket på 30 % kr 1800,- i tapt avling pr. daa. Ved industrileveranser gir 16 feilenheter et kvalitetstap på 36 øre pr. kg, tilsvarende 1080 kroner pr. daa ved samme avlingsnivå. Mindre kvalitetsfeil vil gi bedre betaling for avlinga, men det er ikke realistisk å unngå hele tapet.

# Hva betyr jordtype for skallkvalitet? Nytter det å løsne jorda etter setting?



Eldrid Lein Molteberg  
Bioforsk  
eldrid.lein.molteberg@bioforsk.no

Avling og kvalitet av potet påvirkes av potetens vekstbetingelser, som lys og temperatur, vann- og næringstilgang. Som potetens vekstmedium har jordas fysiske, kjemiske og mikrobiologiske egenskaper stor betydning, og da særlig for næringsopptak og vanntilgang.

Faktorene som påvirker plantevekst og avlingskvalitet kan deles inn som følger:

- Naturgitte forhold (jordfysiske/kjemiske forhold, klima)
- Påvirkbare forhold med langsiktige effekter (f.eks. vekstskifte, drenering og jordpakking)
- Tiltak i dyrkingsåret (f.eks. sort, næringsforsyning, vanning, jordløsning)

I forsøkene som ligger til grunn for denne presentasjonen studeres a) Betydningen av dyrkingssted for kvalitet, med vekt på sammenheng mellom jordforhold og skallkvalitet, og b) Effekten av jordløsning etter setting på avling og kvalitet av poteter

## Skallkvalitet

I prosjektet «Improved competitiveness of Norwegian Potatoes» settes fokus på potetens utseende og evne til å konkurrere utseendemessig med importerte poteter. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom NLR, Nofima og Bioforsk, og er finansiert av Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og Forskningsmidler over jordbruksavtalen (FFL/JA) sammen med store deler av potetbransjen. I en av aktivitetene i prosjektet sammenlignes skallkvalitet

og andre kvalitetsegenskaper på poteter dyrket på ulike typer jord i Sør Norge. Jord fra tre av disse lokalitetene er også samlet for dyrking i potter under mer like dyrkingsbetingelser. Under konferansen presenteres noen resultater fra første års forsøk.

## Jordløsning

Jordpakking er en trussel mot dyrkingsegenskapene til matjorda, blant annet gjennom sin effekt på porevolum. Kompakt jord gir dårligere rotvekst med påfølgende tap av såvel avling som kvalitet. Jordpakking påvirker også miljøfaktorer gjennom økt jorderosjon og tap av lystgass, næringsstoffer og plantevernmidler.

Jordløsning er testet i mange land, med ulikt utstyr og til ulike tidspunkter i sesongen. I senere tid er det i våre naboland gjennomført forsøk med jordløsning i poteter etter setting. Også i Norge har potetdyrkere anskaffet utstyr for å prøve ut denne strategien. Med finansiell støtte fra Miljø og utviklingsmidler fra Statens landbruksforvaltning er det nå satt i gang en koordinert undersøkelse av effekten av slike tiltak. Dette gjennomføres i form av fire storskalafelt i enheter av Norsk landbruksrådgivning, henholdsvis med og uten jordløsning mellom setting og spiring. I tillegg er det gjennomført feltforsøk på Apelsvoll med 2 N-gjødslingsnivåer, med og uten jordpakking på våren og med og uten jordløsning. Første års resultater presenteres på konferansen.

# Mot en online analyse av tørrstoff og indre defekter i hel potet



Trygve Helgerud  
Nofima AS  
trygve.helgerud@nofima.no

Det er velkjent at et parti med poteter kan ha stor variasjon i tørrstoff. Dette gir alle som prosesserer poteter en utfordring. Den norske potetindustrien står dermed overfor store utfordringer når det kommer til å prosessere råvarene på riktig måte. Utfordringene strekker seg hele veien fra bedømmelse av råvarekvalitet til kunnskap om hvordan ulike kvaliteter påvirker sluttkvaliteten på produktene. Spesielt gjelder dette potetenes tørrstoffinnhold. Den mye brukte undervannsvekt-metoden (Lunden 1956) gir gode og pålitelige resultater, men mangler muligheten til å gi informasjon om tørrstoffvariasjon innad i et parti.

Nær-infrarød (NIR) spektroskopi er vist som en effektiv metode for estimering av fett, vann og protein i næringsmidler som kjøttvarer, fisk og korn. Det er også vist at NIR kan gi svært gode estimater for tørrstoffinnhold i homogenisert/most potet (López *et al.* 2013). Denne metoden gir dessverre liten informasjon om individuelle knoller, og gjennom flere prosjekter ved Nofima blir det arbeidet med å videreutvikle og forbedre metoder for å bestemme tørrstoffinnhold i hele uskrelte poteter. Målet for undersøkelsene er å utvikle metoder som gir raske, nøyaktige og detaljerte målinger av tørrstoff, og bruk av NIR-spektroskopi for undersøkelse av hele, uskrelte knoller står sentralt i dette arbeidet. I en fersk studie har vi sett på hvordan NIR-målinger kan brukes direkte over et samlebånd. Her har vi sett at NIR-målinger gjort av poteter i bevegelse korrelerer godt med tørrstoffinnholdet målt ved tørking (med en korrelasjon på  $R^2=0,92$ ), noe som tilsvarer resultater oppnådd ved tidligere målinger av stasjonære prøver

(Helgerud *et al.* 2012). Med belsningskonfigurasjonen benyttet i denne studien har imidlertid det nærinfrarøde lyset begrenset inntrengingsdybde i poteten, noe som skaper mer usikre målinger (Helgerud *et al.* 2012) og som gjør målinger av eksempelvis indre defekter vanskeligere. Ved å ta i bruk kraftigere belsning og måleinstrumentering beregnet for å måle gjennomlyste produkter undersøker vi derfor nå mulighetene for bedre tørrstoffestimering i hel uskrelt potet. Foreløpige resultater viser at instrumentoppsettet vi benytter for gjennomlysning gir gode NIR-spektre av poteter som faller raskt forbi. Dette gir potensielt gode muligheter for samlebåndssortering av potetpartier, noe som kan gi en mer ensartet råvare.

## Referanser

- Lunden, A.P. 1956. Undersøkelse av forholdet mellom potetens spesifikke vekt og den tørrstoff- og stivelsesinnhold. Forskning og forsøk i lanbruget, 7:81-107.
- López, A., *et al.* 2013. A Review of the Application of Near-Infrared Spectroscopy for the Analysis of Potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(23): 5413-5424.
- Helgerud, T., *et al.* 2012. Near-infrared Spectroscopy for Rapid Estimation of Dry Matter Content in Whole Unpeeled Potato Tubers. *Journal of Food Research*, 1(4):55-65.

# Oppspiringshastighet, tidlighet og dvaletid for potetsorter



Per J. Møllerhagen  
Bioforsk  
per.mollerhagen@bioforsk.no

I tillegg til oppspiringshastighet, tidlighet og dvaletid er det flere viktige egenskaper som det bør settes absolutte krav til i arbeidet med utvalg av en ny konsumsort. Skallfinish/utseende/knollform (krakkelering, «shine and bloome», grohulldybde, skall- og kjøttfarge), skurv- (flat-, sølv- og vorteskurv som de viktigste) og rustresistens, kokotype (fast eller melen), «resistens» mot mørkfarging og støtblått og indre defekter (kolv og «fysiologiske» nekroser). Sorter som spirer seint etter setting vil ikke kunne utnytte veksttida så godt. De må oftest høstes mer umodne og være mer utsatt for stengelråte og svartskurv.

En potetsorts tidlighet kan måles på flere ulike måter. I verdiprøvinga og potetforsøk forøvrig er friskt ris ved høsting den mest brukte indikatoren på modningsgrad for halvseine/seine lagringsorter. Den viktigste indikatoren for tidligsortene er hvor raskt en kan oppnå akseptabel salgbar avling. Modningsgraden kan også angis uttrykt med skallfasthet ved høsting, tørrstoffinnhold, friterfarge/innhold av reduserende sukker og hvor hardt knollene sitter på riset ved høsting. Tidligheten til sortene er avgjørende for om det er mulig å oppnå en godt avmodnet og stor nok avling under norske forhold. I tillegg til avlinga, er tidlighet meget viktig for lagringsevne og stabil friterfarge gjennom lagringssesongen.

Alle sorter har ei viss tid etter høsting og på lager, da de ikke vil starte å gro på naturlig måte. Dette er dvaletida, som for en stor del er genetisk bestemt. Tidlige sorter har kortere dvaletid enn seinere lagringsorter. Dersom en kjenner dvaletida for sortene, har en mulighet til å utnytte sortenes lagringsegenskaper mer optimalt. Sorter med lengst dvaletid holder seg lengst på lager forutsatt at de ikke har lagersykdommer. De vil ha mindre svinn dersom de lagres ved +6 °C og +8 °C, i stedet for +4 °C og det er viktig for pommes frites- og chipssorter.

Den ideelle lagringsort skal spire raskt, være relativ tidlig moden og ha lang dvaletid. I dag er det få sorter som oppfyller alle disse tre kriteriene. Oleva er en av de sortene som kommer nærmest. Saturna og Royal har begge rask oppspiring og lang dvaletid, men begge er seint modne.

I Bioforsk FOKUS: «Jord- og Plantekultur 2014», gis det oversikt over potetsortenes tidlighet. For de sortene som er med i verdiprøvinga samt nylig godkjente sorter gis det oversikter over oppspiringshastighet og dvaletid.

Fem sorter er i prøving i 2013: Biogold (ny nederlandsk pommesfrites- og konsumsort), P02-18-66 (andre års norsk chipssort), P03-35-13 (andre års norsk pommesfrites sort), P04-62-41 (andre års norsk konsumsort) og P04-16-38 (ny norsk chipssort). P04-16-38 spirte raskest, hadde kortest dvaletid, og var raskest moden. Gå inn på [potet.no](http://potet.no) for å lese mer om sortsegenskaper og beskrivelse av sortene.

# Sortsutvikling for Norske forhold - målsetting og strategier



Bjarne Kjøs  
Graminor AS  
bjarne.kjos@graminor.no

Målsettingen er å skaffe norske potetprodusenter konkurransedyktige potetsorter

- ved egen foredling
- ved import av utenlandsk sortsmateriale

Med konkurransedyktige sorter menes sorter som i produksjon, sykdomsresistens, anvendelse og kvalitet, dekker de kravene vi har satt og er konkurransedyktige i forhold til import.

Strategien er å ha en høy foredlerkompetanse i Graminor:

- Å ha ressurser til å gjennomføre kryssing, oppformering og utprøving.
- Å være best i et avgrenset område i foredlingen.
- Å arbeide nært opp mot aktørene i det norske potetmarkedet.
- Å delta i nordisk samarbeid.
- Å samarbeide med utenlandske institusjoner.

# Bekjempelse av potetcystenematoder (PCN) over 50 år i Norge



Ricardo Holgado & Christer Magnusson  
Bioforsk  
ricardo.holgado@bioforsk.no

I løpet av de siste 56 årene har vår kunnskap om forekomst av potetcystenematoder (PCN), *Globodera rostochiensis* og *G. pallida*, i Norge økt betydelig. Nematoder regnes i dag som et av de alvorligste skadedyr i norsk potetproduksjon.

Påvisning av PCN i Aust Agder i 1955 forårsaket en omfattende kartlegging. I 1974 var PCN oppdaget i alle fylker sør for Dovrefjell med unntak av Hedmark. I 1985 ble PCN registrert i Møre og Romsdal, Hedmark og Sør-Trøndelag. I Nord-Trøndelag ble PCN registrert i Frosta i 1993 og i Stjørdal i 2004. I Finnmark, Nordland og Troms ble det funnet gamle og tomme cyster uten juveniler eller egg, og etterfølgende undersøkelser har ikke påvist nematoden. I 2000 var PCN oppdaget på 6406 eiendommer, og 47 % av disse funnene ble gjort i kjøkkenhager. I denne perioden ble 89 162 prøver analysert, det ble gjort funn av PCN i 5 %. For å oppdatere informasjon om distribusjonen av PCN ble det i 2009 startet et kartleggingsprogram i regi av Mattilsynet. Fra 2009 til 2012 ble 10 422 jordprøver analysert, PCN ble funnet i 9 % av disse. Kartleggingen vil fortsette til alle distrikter med omfattende potetarealer har blitt dekket.

Kontinuerlig dyrking av mottakelige potetsorter på felt med *Globodera rostochiensis* (Ro1), høyt smitteinivå, kan lett resultere i et gjennomsnittlig avlingstap som overstiger 50 %. I Norge forekommer *G. rostochiensis* patotyper Ro1, Ro2, Ro3 og Ro4, og *G. pallida*, PA1 og Pa2/Pa3. Patotype Ro1 representerer 98 % av infeksjonene. De fleste norske potetsorter har resistensgener, Gro -1 (H1) fra *Solanum tuberosum*

*ssp. andigena*. Bruk av potetsorter med resistens mot gul PCN, *G. rostochiensis* (Ro1), har selektert resistensbrytende patotyper av *G. rostochiensis* og hvit PCN (*G. pallida*). Tidligere undersøkelser indikerte at *G. rostochiensis* hadde en moderat utbredelse på kommersielle felt hovedsakelig i den sørlige delen av landet, mens *G. pallida* hadde en meget begrenset forekomst. I de siste fem årene har vi oppdaget infeksjoner av *G. pallida*, og virulente *G. rostochiensis* (Ro3) i et lite antall kommersielle felt.

Begge arter av PCN er karanteneskadegjørere, alle patotyper av *G. pallida* og de fleste patotyper av *G. rostochiensis* unntatt patotype Ro1 er virulente. Ved en infeksjon av virulent art eller patotype pålegges restriksjoner med et minimum av 40-års forbud mot å dyrke poteter. Lovregulering av PCN har som målsetning å hindre introduksjon og spredning av nematoden med jord og plantemateriale, samt å sikre en kontrollert bruk av resistente potetsorter for å unngå resistensbryting. PCN-forskriften krever fire års vekselbruk med ikke-vertplanter, alternerende mottakelige og resistente potetsorter. Dette er ikke lett å gjennomføre i Norge på grunn av begrenset areal. Reguleringsendringer i 2010 krever at når PCN er oppdaget må eier/leietaker ha kunnskap om hvor PCN forekommer på landbruksenhet, og ha et ansvar for å begrense og hindre videre spredning. Den norske potetindustrien og potetdyrkere har laget en standard for potetdyrking for å bekjempe og hindre spredningen av PCN.

Feltene med sertifiserte settepoteter er under konstant kontroll og er så langt fri for PCN. Import av settepotet er forbudt, dette for å hindre innføring av PCN. I de siste 56 årene har norsk lovverk bidratt til å hindre spredning av PCN i settepotetområder. Lovverket har også hemmet videre spredning av *G. pallida* og virulente *G. rostochiensis*. Forskriftene har gjort det mulig å unngå bruken av kjemiske fumigant, organofosfater eller karbamater (nematicider). Nematicider har ikke vært brukt i norske poteter.

# Status for PCN-kartlegging og nasjonalt PCN-register



**Terje Røyneberg**  
Mattilsynet - Seksjon planter og  
vegetabilsk mat  
teroy@mattilsynet.no

## PCN-kartlegging

Mattilsynet har siden 2009 gjennomført en nasjonal kartlegging av PCN på eiendommer med potetdyrking i de viktigste potetdistriktene. Programmet kom i stand ut ifra behovet for å få en mer oppdatert oversikt over utbredelsen av disse skadegjørerne på landsbasis. En slik oversikt kan også vise utvikling over tid. Ny forvaltnings-/bekjempelsesstrategi for PCN ble iverksatt i 2010, og bidro også til økt bevissthet om smittestatus på arealer der det dyrkes potet. Programmet tar ikke sikte på å kartlegge all dyrka jord. Heller ikke all jord som brukes til potetdyrking blir undersøkt, men de feltene som det ble dyrket poteter på året før eller samme år som prøvetakinga skjer. Dette er av kapasitetshensyn. Det at Mattilsynet gjennomfører denne kartleggingen fritar ikke den enkelte dyrker fra selv å prøveta for kunne kjenne status på arealer som de nytter, og ta de nødvendige forhåndsregler for å hindre spredning av PCN.

Rent praktisk gjennomføres programmet ved at Mattilsynet finner fram til potetprodusenter med utgangspunkt i SLF sine lister over dem som får produksjonstilskudd. Man unntar de eiendommer der PCN allerede er funnet i tidligere undersøkelser, og der det dyrkes settepoteter. For de potetprodusentene som leverer det meste av sin avling til mottaksvirksomheter, tas prøvene fra soldejord når potetene håndteres hos mottaksvirksomheten. Ellers tas prøvene fra felt hos dyrker. Dersom man finner cyster i soldejorda fra sorterings-/pakkelinjen, må Mattilsynet ta prøver hos den aktuelle produsenten. Metoden forutsetter at soldejorda er sporbar til produsent. Det blir ikke tatt vedtak på grunnlag av påvisning av PCN

i en prøve fra mottaksvirksomhet. Både prøver fra felt og prøver fra mottaksvirksomhet tas ut etter en prøvetakingsinstruks og sendes til Bioforsk for analyser.

Da programmet startet i 2009 valgte man å begynne i områder med intensiv potetproduksjon og der risikoen for å avdekke smitte var størst. Områdene Rogaland, Agder-fylkene, Nord-Trøndelag, Hedmark, Østfold, Vestfold, Akershus og deler av Oppland og Buskerud er kartlagt til nå. For 2014 står Nordland, Sør-Trøndelag, Hordaland, Sogn og Fjordane, Telemark og resten av Oppland og Buskerud for tur. Av totalt vel 14 000 prøver som er analysert (ca. 10 800 fra dyrkere og ca. 3 200 fra mottaksvirksomheter) er det gjort funn av PCN i 6,4 % av prøvene. Antall prøver med hvit PCN utgjør 92, prøver med gul PCN utgjør 902 og antall prøver med blandingspopulasjon utgjør 73.

## PCN-register

Det har over en periode blitt jobbet med å sammenstille data fra ulike registre til ett samlet PCN-register. Dette har vært et møysommelig arbeid, gitt at forvaltningsansvaret for PCN har vært ivaretatt av ulike myndigheter opp gjennom tidene, fra de første funnene ble gjort på 50-tallet. En del feil og mangler i grunnlagsdata er også avdekket, men den historiske delen av registeret ble ferdig sommeren 2013. Slutføring av registeret har blitt skjøvet på til fordel for andre oppgaver med høy prioritet. Nå gjenstår imidlertid å supplere registeret med de nyeste funnene som er gjort etter sommeren 2009. Registeret vil derfor være tilgjengelig til vekstsesongen 2014.



# Sennep som mellomvekst mot nematodar



Mette Feten Graneng  
Norsk Landbruksrådgiving  
mette.feten.graneng@lr.no

Prosjektet «Dyrking av sennepsplante som tiltak mot potetcystenematode for å forbedre regional potetproduksjon» vart gjennomført i 2012. Ulike sennepsplanter vart testa ut for å sjå om dei kan veksa i røft kystklima og ha gunstig effekt mot skadelege nematodar. Plantene vart nytta til såkalla biogassing. For å få god effekt må ein stor biomasse til. Det vart etablert tre felt, nytta tre ulike sennepssortar og ei blanding av tre sennepssortar. Biogassing vil seie at ein utnyttar naturlege kjemiske stoff frå planter til å undertrykke mellom anna sopp og skadedyr. I dette forsøket såg vi på biogassingsevna til sennep mot nematodar. Målet er at biomassen frå sennepsplantene skal gi frå seg gassar under nedbrytinga i jorda slik at gassane reduserer mengda av skadelege nematodar.

## Gjennomføring

Forsøket vart gjennomført i Ørland kommune i Sør-Trøndelag (Kråkvåg, Storfosna og Garten). Vêrtilhøva i området kan vera tøffe med mykje vind og regn. Dei tre ulike sennepssortane Nemat, Caliente Mustard, Caliente Brand og ei blanding med alle tre sortane, Nemat mix, har vorte prøvd ut: Kvar rute var på 3x10 meter. På kvart felt var det tre gjentak. Registreringar som vart gjort fortløpande var spiring, konkurransevne mot ugras, vekstkraft/utvikling og nematodestatus i jorda (to prøveuttak på kvart felt). Felta vart etablert 16. mai (to felt) og 23. mai. Biomassen vart pløgd ned 17. august.

## Resultat og konklusjon

Alle sennepssortane etablerte seg bra, sjølv i det kjølige vêret som var i Trøndelag vekstsesongen 2012. Spiringa var jamn. Plantene voks raskt og konkurrerte i stor grad ut ugraset. I perioden 27. juni til 31. juli strekte plantene seg frå ca. 25 cm til opp mot 150 cm.

Størst biomasse vart det frå sortane Caliente Mustard og Caliente Brand. Blandinga Nemat mix gav òg god biomasse, medan sorten Nemat hadde betydeleg lågare planter. Plantemassen vart knust med etterfølgjande nedmolding same dag (17. august).

På både kontrollruter og ruter med ulike sennepssortar vart det gjort funn av til dels store mengder nematodar (mellom anna *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* og *Trichodorus* men det vart ikkje gjort funn av potetcystenematode). Resultata frå nematodeprøvene spriker ein del. For nokre nematodeartar ser vi ein vekst frå første til andre prøveuttak, medan for andre er det ein reduksjon. Det kan derfor ikkje konkluderast om biogassing med desse sennepssortane har effekt mot nematoder eller bidrar til auka nematodenivå.

Prosjektet vart gjennomført av Norsk Landbruksrådgiving Sør-Trøndelag med støtta frå Regionalt forskningsfond i Midt-Norge, produsentane Karl Johan Dahl, Arve Grøntvedt og Agnes Elise Moen. Prosjektet har hatt tett samarbeid med Bioforsk Plantehelse ved Ricardo Holgado. Plant Solutions i Storbritannia har bidrege med frø til prosjektet. Takk for økonomisk støtte og god hjelp til gjennomføring av prosjektet!

# Riktig valg av sort for å begrense skade av gul potetcystenematode (PCN)



Ricardo Holgado, Irene Rasmussen, Christer Magnusson & Kari-Ann Strandenes  
Bioforsk  
ricardo.holgado@bioforsk.no

Bekjempelse av potetcystenematoder (PCN) krever grundig planlegging av dyrkingsopplegget ut fra en forståelse av samspillet mellom nematodene, potetplanten og jordtypen. Sortsvalget vil sterkt påvirke populasjonstettheten til PCN og avlingens nivå. Riktig valg av sort er en forutsetning for lønnsom potetproduksjon.

Kontinuerlig dyrkning av mottakelige sorter på felt med gul PCN *Globodera rostochiensis* (Ro1) med høyt smittensnivå kan gi avlingstap på mer enn 50 %. Riktig bruk av resistente sorter krever korrekt kjennskap til hvilke nematodearter og patotyper som finnes i det enkelte felt. Bruk av sorter med resistens mot gul PCN *G. rostochiensis* (Ro1) kan imidlertid selekttere for arter og patotyper som kan overvinne resistensen fra *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*.

Når PCN er funnet på et skifte konstaterer man ofte at andre felt i samme bruksenhet også er smittet, derfor må bekjempelse ikke relateres bare til det enkelte felt, men til hele eiendommen. Det finnes ingen effektive midler for å utrydde nematoden, så derfor må bekjempelsen integrere flere tiltak som kan redusere skadene og hindre spredning. Å holde PCN-populasjonen på et lavt nivå vil være avgjørende.

Potetplanter som er angrepne av PCN har dårlig evne til opptak av næring og vann, noe som hindrer en normal utvikling og avling. Graden av skade vil variere mellom potetsorter som er utsatt for den samme populasjon av PCN.

Ikke bare er det forskjellige arter av PCN, men også forskjellige raser. Disse kalles patotyper fordi de skiller seg i oppformering på potetsorter. At det finnes forskjellige patotyper betyr at det er vanskelig å utvikle potetsorter med komplett resistens. I tillegg kan forskjellige populasjoner av samme patotype variere i sin evne til å formere seg på den samme potetsorten. En slik genetisk variasjon mellom ulike populasjoner må tas i betraktning når man planlegger strategier for bekjempelse av PCN.

Potetsorter som er lite påvirket av PCN-angrep kalles tolerante. Avlingen av disse er ikke påvirket i samme grad som avlingen av mottagelige sorter. Men oppformeringen av PCN er større på tolerante sorter da de er i stand til å produsere mer røtter. Hyppig bruk av tolerante potetsorter kan derfor bli en trussel mot fremtidig potetproduksjon. Resistente sorter kan bli skadet av PCN til tross for at de reduserer oppformeringen av PCN. Hyppig bruk av potetsorter med resistens mot gul PCN *G. rostochiensis* (Ro1) kan selekttere for hvit PCN (*G. pallida*) og virulente patotyper av *G. pallida*.

Før valg av potetsort med resistens mot gul PCN (Ro1) er det viktig å ha informasjon om PCN-populasjonstetthet og grad av resistens for aktuell potetsort. Det er viktig at den samme resistente potetsort ikke dyrkes i samme felt flere år på rad, på grunn av faren for å selekttere fram virulente nematode-populasjoner. Ideelt sett bør mottakelige og resistente potetsorter roteres. I følge EU Direktiv 2007/33/EG om bekjempelse av potetcystenematode, skal grad av resistens rapporteres for alle kommersielle potetsorter. Graden vil variere fra 1 til 9, hvor 9 representerer høyeste grad av resistens. I Norge har vi gradert resistens mot gul PCN Ro1 for en rekke sorter og funnet at Innovator, Kerrs Pink og Troll har grad 1, Asterix og Rutt har grad 8, og Saturna og Juno har grad 9. Riktig bruk av resistente sorter må inngå i programmet for integrert bekjempelse av PCN.

# Tørråte - smittekilder, resistens og sprøytestrategier



Ragnhild Nærstad, Vinh Hong Le, Shiva Shankar Sharma, Abdelhameed Elameen & May Bente Brurberg  
Bioforsk  
ragnhild.naerstad@bioforsk.no

Tørråte, forårsaket av oomyceen *Phytophthora infestans* er den viktigste potetsykdommen i Norge. I 2012 ble det i gjennomsnitt sprøytet 7-8 ganger mot tørråte i vekstsesongen. Tørråtesmitte kan overleve vinteren på to måter, enten som hovedsakelig vegetativt formert mycel i knoller eller som seksuelt produserte hvilesporer (oosporer) i jord. Fra disse smittekildene starter epidemien når de klimatiske betingelsene er gunstige for skadegjøreren, men det er ikke kjent om det er de samme forholdene som trigger utbrudd fra begge smittekilder. For å finne de beste bekjempingsstrategiene, er det viktig å ha kunnskap om hva som er de viktigste smittekildene og forekomsten av fungicidresistens i skadegjørerpopulasjonen.

Vi har samlet inn planter med tidlige tørråteangrep fra 10 og 18 felt i henholdsvis 2012 og 2013. Fra hvert felt ble det valgt ut 5 planter, som potensielt kunne være smittekilde til angrepet. Fra hver plante ble det tatt ut prøver av morknoll, stengel og blader med angrep. Vi klarte ikke å få ut like mange levende tørråteisolater fra alle felt, blant annet på grunn av at det ofte var gjort behandlinger mot tørråte på arealet før prøveuttak. I 2012 var det en dominans av kryssningstype A1 blant tørråteisolatene, men i 30 % av feltene ble begge kryssningstypene funnet. I 2013 var det litt mer balansert forekomst mellom kryssningstypene, men da ble begge kryssningstypene kun funnet i 11 % av feltene. Begge kryssningstyper ble funnet i samme plante i et av feltene både i 2012 og 2013.

Vi har hittil gjort genetiske analyser (mikrosatellitt-analyse) av prøvene fra 2012. I stengel- og bladflekker fant vi stor genetisk diversitet hos tørråtepopulasjonen, som hovedsakelig grupperte seg i forhold til opprinnelsesfelt. De fleste planter inneholdt mer enn en *P. infestans* genotype. Ved å kombinere informasjon om kryssningstype og genotype har vi funnet eksempel på at både kryssningstype A1 og A2 isolert fra samme bladflekk også har samme multilocus-mikrosatellittgenotype. Dette resultatet indikerer at isolatene har felles genetisk opprinnelse, altså stammer fra oosporer. Analysen fungerte mindre bra for morknollene. Om dette skyldes at det var lite smitte i knollene eller svakheter med metoden er foreløpig uklart. Ved gjennomskjæring av morknollene ble det i alle fall ikke funnet noen klassiske tørråtesymptomer, dvs. ikke noe brunt granulert vev.

En betydelig andel av isolatene fra felt behandlet med metalaxyl-M før prøvetaking hadde redusert følsomhet eller var resistente mot metalaxyl-M, mens de fleste isolatene fra ubehandlede felter var følsomme. Metalaxyl-M er det systemiske virksomme stoffet i Ridomil Gold MZ Pepite. Isolater fra felt behandlet med propamokarb før prøvetaking hadde en høyere frekvens av nedsatt følsomhet for propamokarb enn isolater fra felt uten propamokarbbehandling. Propamokarb er det systemiske virksomme stoffet i Tyfon og Consentio. Behandling med systemiske tørråtemidler gir en kraftig seleksjon i tørråte-populasjonen og det er viktig å alternere mellom tørråtemidler med ulike virkningsmekanismer for å forebygge resistensproblemer.

Dette arbeidet inngår som en del av POTPAT, et EØS-finansiert norsk-polsk samarbeidsprosjekt, og vil fortsette i 2014 og 2015. I løpet av denne tiden vil det forhåpentligvis bli klarere hva som er den viktigste smittekilden, hvor utbredt fungicidresistens er og hvordan dette bør tas hensyn til i bekjempingsstrategier.

# Svartskurv - anastomosegrupper og fungicidfølsomhet



Ragnhild Nærstad<sup>1</sup>, Vinh Hong Le<sup>1</sup>,  
Yang Shuai<sup>2</sup> & Arne Hermansen<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Heilongjiang Academy of  
Agricultural Sciences, Harbin, China  
ragnhild.naerstad@bioforsk.no

Svartskurv er forårsaket av soppen *Rhizoctonia solani*. Sykdommen har fått navnet sitt fra de svarte skorpen, hvileknoller (sklerotier), som soppen danner på potetknoller. *Rhizoctonia solani* er svært utbredt og kan gjøre skade på mange planteslag. Soppen har imidlertid ulike smitemessige grupper, såkalte anastomosegrupper. Det vil si at for eksempel svartskurvsopp fra potet normalt ikke angriper korsblomstra vekster og omvendt. Svartskurv er et viktig problem i potetdyrkingen. Soppsmiten kan overleve som hvileknoller på potetknoller og i jord eller som mycel på dødt organisk materiale i jord. Potetene er mest utsatt for angrep ved setting i kald jord som medfører sein spiring. Groene kan da lett bli skadet eller drept av svartskurvsoppen. Potetplanten reagerer med å prøve å lage nye sideskudd på groene, og det blir utsatt eller redusert spiring. Svartskurvsoppen kan angripe og skade alle underjordiske plantedeler. Skadene sees ofte som mørkebrunt tørt oppsprukket vev. Angrep i stengelen gjør at skuddet blir redusert, det kan hemme transporten i ledningsvevet og det kan dannes luftknoller. Soppen danner noen ganger en gråhvit «krage» (belegg) på potetstenglene like over bakken. I dette belegget produserer soppen basidiesporer. Angrep på stoloner kan gjøre at knollanlegget aborterer og planten svarer med å ansette knoller lenger opp, noe som ofte resulterer i grønne knoller. Angrep av svartskurv på knollene forårsaker ofte missforming, sprekker og arrdannelse. På slutten av vekstsesongen kan soppen danne hvileknoller (svartskurvsklerotier) på de nye potetknollene. Tidligere forsøk viser at soppen også kan overleve som soppfyer på knollene.

Vi har gjort en begrenset anastomosegruppering av norske svartskurvisolater, 7 isolater fra potet i 2008 og 2 isolater fra potet og 1 fra gulrot i 2013. Isolatene ble podet på agarskåler sammen med isolat av kjente anastomosestandarder. Forsøket viste at 8 av de 9 isolatene fra potet og isolatet fra gulrot tilhørte anastomosegruppe AG-3S, og ett potetisolat tilhørte AG-2.1. Dette er på linje med det som er vanlig for isolater fra disse kulturene i andre land.

For å redusere faren for overføring av soppsmitte med settepotetene kan man beise med fungicider (soppmidler). Maxim, Monceren og Rizolex er preparater som inneholder fungicider som er formulert som beisemidler og godkjent mot svartskurv i potet. De inneholder henholdsvis de virksomme stoffene fludioksonil, pencycuron og tolklofosmetyl, som er fungicider med ulike virkningsmekanismer. Vi har testet følsomheten til de 10 isolatene for disse beisemidlene ved å måle vekst på agarskåler iblandet ulike konsentrasjoner av fungicid. I denne testen ble det ikke tatt med høye nok doser av tolklofosmetyl til å hemme alle isolatenes vekst fullstendig. Noen isolater vokste fremdeles godt ved 0,5 ppm tolklofosmetyl. Testen må kjøres med høyere doser for å avgjøre om det er resistens mot dette fungicidet. Vi fant ikke tegn på resistens mot fludioksonil eller pencycuron, da alle isolatene ble fullstendig hemmet ved 0,5 ppm fludioksonil og 1 ppm pencycuron. Det var imidlertid forskjell mellom isolatenes følsomhet ved lavere doser. Isolatet tilhørende anastomosegruppe AG2.1 var blant isolatene som hadde lavest følsomhet for pencycuron både i denne testen og i en tidligere test. Ved den tidligere testingen fant vi også et isolat som hadde kraftig nedsatt følsomhet for både tolklofosmetyl og fludioksonil. Det isolatet er ikke lenger i live, og kom derfor dessverre ikke med i den nye testingen for sammenligning.

# Bløtråte og stengelråte på potet i Norge - bakteriepopulasjoner i forandring



May Bente Brurberg & Juliana Perminow  
Bioforsk  
may.brurberg@bioforsk.no

Bakterier i slektene *Pectobacterium* og *Dickeya* spp. (begge tidligere *Erwinia* spp.) forårsaker sykdommer omtalt som bløtråte og stengelråte på potet. Dette resulterer i en svart råte ved stengelbasis (klassisk stengelråtesymptom) og/eller bløtråte i knollene. I senere tid har man også observert generell råte oppover stengler. I Europa er tap knyttet til bløtråte og stengelråte forårsaket av pektinolytiske bakterier estimert til 250 millioner Euro per år. I løpet av de siste årene har det vært en stadig økning av sykdommene i Norge og andre europeiske land og det har dermed blitt et økt fokus på problemet.

Det har relativt nylig blitt oppdaget helt nye arter av bløtråtebakterier mange steder i verden. Disse nye artene gir det samme sykdomsbilde (bløte råter), men mange virker mer aggressive enn det en har sett tidligere. Rapporterte arter som kan gi bløtråtesymptomer (inkludert stengelråte) på potet er: *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum*, *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis*, *P. betavasculorum*, *P. cacticida*, *P. odorifera*, *P. wasabiae*, samt forskjellige *Dickeya*-arter. De hørte alle til slekten *Erwinia* tidligere og regnes derfor som relativt nært beslektet. Mangfoldet av nært beslektede arter og det faktum at flere arter gjerne opptrer samtidig gjør deteksjon og identifisering av bakteriene komplisert. Vi baserer oss i dag på isolering av bakterier fra planteprøver, biokjemiske tester, fettsyreanalyse og smitteforsøk i tillegg til artsspesifikke DNA baserte tester (standard og real-time PCR) og sekvensering av markørgener (DnaX og 16S). I Norge har vi tradisjonelt hatt problemer med *P. atrosepticum*

og *P. carotovorum*, men i løpet av de siste årene har vi funnet *P. wasabiae* og nye varianter av *P. carotovorum*, i tillegg til *D. solani* i et karantenefelt i 2012.

Det finnes ingen kjente kjemiske eller biologiske metoder for bekjempelse av bløtråtebakteriene når de først har etablert seg. Den viktigste metoden for bekjempelse er bruk av friske settepoteter. Utfordringen her er at latente infeksjoner er tilsynelatende vanlige og i tillegg vanskelige å oppdage. En vet heller ikke sikkert hva som trigger sykdomsutvikling ved latentinfeksjon, men temperatur, fuktighet og oksygen antas å være de viktigste faktorene.

# Virusoverførende bladlus - et problem i norsk potetproduksjon



Ingeborg Klingen<sup>1</sup>, Toril Sagen Eklo<sup>1</sup>, Carl Jonas Jorge Spetz<sup>1</sup> & Borghild Glorvigen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk landbruksrådgiving  
 ingeborg.klingen@bioforsk.no

Bladlusoverførte virus er et problem i potet i Norge. Hvert år er det settepotetpartier i den sertifiserte avlen som ikke kan godkjennes fordi innholdet av PVY/PVA er for høye. For høyt virusinnhold i potetproducentenes egen oppformering er også et problem. For årene 2008-2013 har det blitt sendt inn virusprøver til NAK (Nederland) fra egenoppformerte settepoteter hos potetdykerne, og resultatene viste høye innhold av både PVA og PVY. Dette kan gi store avlingstap. Bladlus er en viktig vektor for virus i potet, men hvor effektiv bladlusa er som vektor for det gitte viruset kan avhenge av blant annet bladlusart og når i sesongen bladlusa er tilstede i potetåkeren. I Norge har vi ikke god nok kunnskap om hvilke bladlusarter som herjer i potetåkerne. Bioforsk Plantehelse har derfor i samarbeid med næringen (Strand Unikorn, NORGRO, Re Settepotetforretning, Maarud AS og Overhalla Klonavlssenter), NLR Agder, Sør-Odal LR og NLR Viken og Hedmark LR utført en kartlegging og identifisering av mulige virusoverførende bladlus i potet i vekstsesongen 2011, 2012 og 2013.

Det finnes to mekanismer for overføring av virus ved hjelp av bladlus 1) Ikke-persistent 2) Persistent. Ved ikke-persistent overføring er bladlusene bare infisert i noen få timer. Ved persistent overføring av virus er bladlusene vanligvis infiserte for resten av livet. De virusene vi har i potet i Norge er ikke-persistent overførbare (potetvirus Y, A, S og M) og bladlusa trenger bare et kort stikk for å kunne overføre viruset til neste plante. Sprøyting har derfor ikke vært ansett for å være effektivt for å unngå disse virusene. Noen bladlusmidler (spesielt pyrethroider) har derimot vist seg å øke virusproblemet ved å

øke bladlusenes aktivitet. Videre er det kjent at flere bladluspopulasjoner kan være resistente mot pyrethroider. Ulike bladlusarter kan være vektor for PVY og PVA. I andre land har derfor nedsviing av potetriset ved høy forekomst av bladlus, vært ansett som et godt tiltak. Dersom dette er et tiltak vi skal bruke i Norge, må et varslingsystem for virusoverførende bladlus etableres. Noen mener imidlertid at et slikt varslingsystem ikke er av stor praktisk nytte. Smitterisikoindeksen vil ofte være høy allerede tidlig i sesongen, og varslingsfor nedsviing av potetriset er uaktuelt fordi potetene er for små. I flere land (blant annet Danmark og Nederland) har en derfor begynt å se på om bekjemping av bladlus med syntetiske insektmidler og/eller mineralolje flere ganger i løpet av sesongen (med tidlig oppstart) er effektivt for å redusere overføring av ikke-persistente virus. En varslings av tidlig smitterisikoindeks kan derfor være interessant å se på i settepotetproduksjonen.

Våre foreløpige kartleggingsresultater fra Norge viser store forskjeller både mellom år, og mellom lokaliteter, i antall bladlus i potet. Bladlustoppen ser ut til å ligge rundt begynnelsen av sesongen. Det er identifisert minst 35 ulike bladlusarter i norske potetåkre. Mange av disse er bladlusarter som er rapportert å være vektorer for PVY og/eller PVA. Det må imidlertid gjøres et grundigere studium for å få oversikt over hvor mange arter dette gjelder, om de er i et stort antall i en viktig del av sesongen (når potetplantene er mottagelige) og hvor effektive virusvektorer de er. Videre er det viktig å se på om det er nær sammenheng mellom antall og type bladlus i bestemte deler av sesongen og virussmitten vi finner i settepotetene året etter.

## Takk

Regionale Forskningsfond Innlandet, Landbruks og Matdepartementet (kunnskapsutviklingsmidler), NORGRO, Strand Unikorn, Re Agri takkes for finansiering av prosjektet. Takk til Overhalla klonavlssenter as, Maarud og lokale enheter i Norsk Landbruksrådgiving for innsamling av bladlus.

# Vår- og høsthvetesorter - avling, kvalitet og resistens



Mauritz Åssveen & Unni Abrahamsen  
Bioforsk  
mauritz.aassveen@bioforsk.no

Gjennom flere år har en gjennomført sortsforsøk i vår- og høsthvete, der sortene er prøvd både uten og med fungicider. Det er interessant å se hvordan en slik behandling vil påvirke sjukdomsangrepene, og dermed kornavling, kvalitet og økonomisk resultat for de ulike sortene.

## Vårhvetesorter

I vårhvete har en resultater fra 22 ubehandlede verdiprøvningsforsøk og fungicidbehandlede VIPS-forsøk (Varsling innen planteskadegjørere) i perioden 2009-2013 for sortene Zebra, Bjarne, Berserk, Demonstrant, Krabat og Laban. Forsøkene ble behandlet med 150 ml Stereo ved BBCH 37 og 80 ml Proline ved BBCH 55, og er gjennomført ved enheter i Norsk Landbruksrådgiving og Bioforsk Øst Apelsvoll.

I middel for alle forsøk og sorter har fungicidbehandling økt kornavlingen med 123 kg per dekar (23 %). Zebra og Demonstrant er de mest yterike sortene uten soppbehandling, mens Bjarne og Berserk gir klart lavere avling. Med fungicidbehandling er Zebra og Demonstrant fortsatt de mest yterike sortene, men avlingsforskjellen mellom sortene er klart redusert. Bjarne har hatt størst avlingsøkning for sprøyting, Zebra minst. Det er først og fremst hveteaksprikk som er notert i forsøkene, og avlingsutslagene for sprøyting for de ulike sortene samsvarer bra med de registrerte sjukdomsangrepene. Sprøyting har gitt en klar økning i hektolitervekt og 1000-kornvekt for alle sorter, mens proteininnholdet er redusert.

## Høsthvetesorter

I høsthvete er alle verdiprøvningsforsøkene de siste 10 årene gjennomført både uten og med fungicidbehandling. De siste sesongene er forsøkene behandlet med 150 ml Stereo ved begynnende stråstrekning (BBCH 31), og med 60 ml Proline + 30 ml Delaro ved skyting (BBCH 55). Her presenteres resultater fra 32 forsøk i perioden 2009-2013 for sortene Mjølner, Bjørke, Olivin, Finans, Kuban og Ellvis. Forsøkene er gjennomført ved enheter i Norsk Landbruksrådgiving, Graminor og Bioforsk Øst Apelsvoll.

I middel for alle forsøk og sorter har fungicidbehandling økt kornavlingen med 78 kg per dekar (15 %). Kuban og Ellvis er de mest yterike sortene både uten og med soppbehandling. Finans har hatt størst avlingsøkning for sprøyting, men generelt reagerer alle sorter ganske likt på fungicidbehandling. Det er først og fremst hveteaksprikk som er notert i forsøkene, og høsthvetesortene har liten forskjell i resistens mot denne sjukdommen. Finans er imidlertid svak mot mjøldogg i forhold til mange av de andre sortene. Sprøyting har gitt utsatt modning, og en klar økning i hektolitervekt og 1000-kornvekt for alle sorter.

# Hvor mye vann tåler kornet?



**Morten Lillemo**  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for plantevitenskap  
morten.lillemo@nmbu.no

Skiftende værforhold med mye regn, kombinert med jordpakking og dårlig drenering, aktualiserer behovet for robuste kornsorter med toleranse for vassmetting og anaerobe forhold i jorda. Til tross for at vassmetting er et velkjent fenomen som kan medføre betydelig avlingsreduksjon, har vi svært mangelfull kunnskap om mulige toleranseforskjeller i norske kornsorter. Testing og karakterisering av vassmettingstoleranse i norsk og utenlandsk sortsmateriale inngår som et viktig element i det tverrfaglige agronomiprojektet AGROPRO "Agronomi for økt matproduksjon i Norge: muligheter og begrensninger" (2013-2017).

Sommeren 2013 ble det gjennomført en foreløpig hillplot-testing av 134 byggsorter og 147 vårhvete-sorter i feltforsøk på Vollebakk. I dette materialet inngikk alle dagens sorter, de viktigste historiske sortene som har vært dyrket i Norge, foreldningslinjer fra Graminor, krysningsforeldre og aktuelle utenlandske sorter og målestokker. Plantene ble utsatt for 10 dager med kunstig vassmetting ved at hele feltet ble demmet opp til like over jordoverflata ved tilføring av vann da plantene var på trebladstadiet. Forsøket var opprinnelig lagt opp som en alfa-lattice med tre gjentak med vassmetting og tre gjentak uten vassmetting. På grunn av unormalt mye nedbør ble også deler av kontrollledet utsatt for naturlig vassmetting. Dette ga flere gjentak med vassmetting men begrenset samtidig mulighetene for å sammenligne med "normale" forhold. Som mål på vassmettingstoleranse ble følgende parametre målt: % gulning av bladverket like etter vassmetting, antall dager utsatt aksskyting som følge av vassmetting, relativ strå lengde under vassmetting (sammenlignet med kontroll), antall aks

per hillplot-rute og visuell bedømming av plantebestand og kornfylling ved gulmodning.

I bygg var det store sortsforskjeller. Best toleranse av alle hadde den svenske 2-radssorten Henni. Den hadde omtrent ingen forsinkelse i aksskyting som følge av vassmettingsstress, lite reduksjon i strå lengde, mange aks og høy score på visuell bedømming ved gulmodning. Basert på % gulning av bladverket rett etter vassmetting var det 6-radssorten Arve som kom best ut. Av dagens sorter var det Brage som hadde best toleranse, etterfulgt av Marigold, Heder og Tiril. I den andre enden av skalaen finner vi Tyra og Edel. Disse er kjent for å være kravstore sorter og her viste de signifikant dårligere toleranse overfor vassmetting enn for eksempel Brage og Arve for de fleste parametrene. Helt i bunnen av lista finner vi sorter som Ven, Herse og Varde. Disse var signifikant dårligere enn Arve og Brage for alle parametrene.

Vårhvete er generelt mer tolerant for vassmetting enn bygg, og sortsforskjellene var mye mindre enn de sannsynligvis ville ha vært om plantene hadde vært utsatt for en lengre vassmettingsperiode. På topp i vassmettingstoleranse finner vi den australske sorten Kukri. De hjemlige sortene Demonstrant, Zebra, Bjarne og Mirakel viste også god toleranse, og forskjellene fra Kukri var ikke signifikante for noen av de målte parametrene. Det vi kan si om forskjeller i det norske sortsmaterialet er at Berserk og til en viss grad Laban sannsynligvis er mindre tolerante enn Demonstrant, Zebra og Bjarne. I bunnen av lista finner vi sorter som Quarna, Rollo og Dragon. Disse er signifikant mindre tolerante enn dagens norske sorter.

Det er viktig å presisere at dette er foreløpige resultat fra ett enkelt forsøk og at videre testing er nødvendig for å bekrefte disse sortsforskjellene under ulike miljøbetingelser. Videre karakterisering og testing av både bygg, vårhvete og havre vil bli utført som en løpende aktivitet i AGROPRO. Dette vil også inkludere studier av responser i røttene og fysiologisk karakterisering av utvalgte sorter med ulik vassmettingstoleranse.



# Stivelse og fiber i bygg og havre - teknologisk og helsemessig kvalitet



Ann Katrin Holtekjølen  
Nofima  
ann.katrin.holtekjolen@nofima.no

Senere års forskning har vist at bygg og havre har fordelaktige ernæringsmessige egenskaper både som mat og som fôr. For å sikre norsk bygg- og havreproduksjon og dets omsetning må de norske avlingene og deres potensial utnyttes bedre. Dette medfører at fôr- og næringsmiddelindustrien må få en stabil og god kvalitet samt at gårdbrukerne får robuste kornsorter med ønsket kvalitet.

Da er sammenhengen mellom kornkvalitet og klima, samt kartlegging av kvalitetspåvirkninger viktig. Det norske klimaet er spesielt og det er lite undersøkt hvordan variasjoner innad i norsk klima påvirker kornkvaliteten, da spesielt egenskaper knyttet til stivelse og fiber i disse kornartene. I tillegg til effekter av klima er det viktig å få mer kunnskap om betydningen av sorter og prosessering på kvaliteten av fiber og stivelse.

I forskningsprosjektet «Polysakkarider i bygg og havre - tilpassing av produksjon til mat og til fôr» er dette undersøkt. Gjennom et omfattende forsknings-samarbeid de siste årene har forskere ved Nofima, Bioforsk og Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) sammen med deltagende industri sett nærmere på disse kvalitetsegenskapene i ulike sorter av bygg og havre: hvordan disse påvirkes av klima, hvilke virkninger mulige fremtidige klima- endringer kan ha, samt hvilke prosesseringsteknikker som er mest skånsomme for å bevare ønskede egenskaper. Dette er gjort gjennom omfattende forsøk, der klimaeffektene er undersøkt ved 3-årige feltforsøk i en nord (Namdalen) - sør (Tyskland)

akse, der klimadata er innhentet, med særlig fokus på kornfyllingsfasen. I tillegg til feltforsøkene er det gjennomført forsøk under kontrollerte forhold i klimakammer og plasttunnel. I veksttunnelen dyrkes plantene i naturlig jord, med naturlige døgnvariasjoner i lys og temperatur, samtidig som en temperaturgradient oppnås inne i tunnelen. Prosjektet har også sett på effekt av prosess, samt sett på fordøyelse av stivelse ved *in vitro*-metoder som simulerer mage-tarm kanalen ved hjelp av enzymer, og med avanserte dyreforsøk med smågris.

Prosjektet er finansiert av Fondet for forskningsavgift på jordbruksvarer, Jordbruksavtalemidler og samarbeidende industri.

# Tilpasning av norsk hveteproduksjon (Future Wheat)



Anette Moldestad  
Nofima  
anette.moldestad@nofima.no

Dyrking av mathvete representerer en bærebjelke i norsk korndyrking. Dette har blitt mulig gjennom foredling av hvetesorter og gjennom forskning på glutenkvalitet, noe som har resultert i økt kompetanse gjennom hele verdikjeden, gode målemetoder og sortering etter sortenes kvalitet ved kornmottak. En stor utfordring er at norsk hvete ofte har kvalitetsvariasjoner på grunn av klimatiske svingninger. Klimaet har stor betydning for bakekvaliteten av hvete, men man har ikke full forståelse for hvordan klimaet påvirker syntetisering og oppbygning av glutenproteiner, og dermed melets bakekvalitet. Prosjektet «Effekt av varierende klima på bakekvalitet i hvete - tilpasning av norsk hveteproduksjon for fremtiden (FutureWheat)» har hatt som hovedmål å studere effekt av temperatur på glutenkvalitet i norske hvetesorter.

For å studere effekt av temperatur har vi gjennomført forsøk i klimakammer, tunnel og i felt. Temperaturregimer har blitt valgt for å forstå hvordan de ulike sortene responderer på lavere og høyere temperaturer enn en vanlig norsk sommer per 2009. For å studere effekten av temperatur på sluttkvaliteten har vi studert korn under utvikling fra forsøk i klimakammer og modent korn utsatt for ulik temperatur i tunnel. Feltforsøk har blitt gjennomført med mange sorter der også store forskjeller i dyrkingsmiljø har blitt etablert ved å anlegge felt i Norge og Minnesota, USA. Kvalitetsanalyser har blitt utført på korn, mel og gluten.

I alle forsøk som er gjennomført ser vi en effekt av temperatur på funksjonaliteten til glutenproteiner. Størst effekt av temperatur ser vi i materiale fra feltforsøkene. I enkelte av prøvene fra feltforsøk har vi opplevd at funksjonaliteten til glutenproteiner har forsvunnet. Sterke indikasjoner tyder på at dette kan være forårsaket av enzymer fra sopp eller andre mikroorganismer. Forsøk med mange sorter og felt i Norge og Minnesota viser at norske hvetesorter har glutenkvalitet på høyde med gode HRS sorter. Dette viser at det norske hvetematerialet har gode gener for glutenkvalitet og potensialet i forhold til bakekvalitet er stort. Materialet fra tunnelforsøk viser at Zebra og Bjarne responderer noe ulikt på temperatur - Bjarne er mer stabil i forhold til variasjon i temperatur. Forsøket i tunnel har tilnærmet like forhold som i et vanlig feltforsøk men i tillegg kan man studere effekt av flere temperaturer i ett og samme forsøk. Denne type forsøk i felt har stort potensialet for flere problemstillinger. I klimakammerforsøk har vi spent ut variasjon i temperatur fra 13 °C til 23 °C. Forsøkene viser at god glutenkvalitet kan oppnås ved temperaturer ned til 13 °C når andre parametere er optimale. I disse forsøkene responderte også sorter forskjellig på temperatur.

Gjennom alle forsøkene gjennomført i prosjektet har vi fått et bedre innblikk i hvordan de ulike norske sortene responderer på temperatur i kornfyllingsfasen. Vi har også kartlagt at potensialet i det norske materialet er høyt, men at dette i varierende grad tas ut i vanlige vekstsesonger på grunn av miljøfaktorer.

# Frøsmitte av sjukdommer i proteinvekster - en undervurdert smittekilde?



Guro Brodal  
Bioforsk  
guro.brodal@bioforsk.no

Bruk av friskt såfrø er viktig for en vellykket plante-produksjon. I prosjektet «Increased and sustainable production of healthy nutritious protein crops» (Proteinvekstprosjektet) arbeides det blant annet med å få kunnskap om forekomst og betydning av frøsmitte av sjukdommene storknolla råtesopp i oljevekster, erteflekk/fotsjuka-komplekset i ert, samt sjokoladeflekk i åkerbønne, under norske forhold.

Storknolla råtesopp forårsakes av soppene *Sclerotinia sclerotiorum*, som har svært mange vertplanter. I raps/rybs er det særlig stengelen som får angrep og inni stenglene utvikles 3-15 mm lange svarte hvileknoller (sklerotier). Ved tresking vil mange av sklerotiene bli liggende igjen i åkeren, men en del av dem følger med i avlinga og dermed også i såfrø. Rensing av frøet vil fjerne mange av sklerotiene, men fordi enkelte kan ha omtrent samme størrelse og form som frøet, kan det være vanskelig å bli kvitt alle. Frøpartier med sklerotier kan introdusere sjukdommen til «friske» arealer. Sertifisert såvare tillater inntil 7 sklerotier per 100 g såvare av rybs og inntil 10 sklerotier per 100 g såvare av raps («Såvareforskriften», Landbruks- og Matdepartementet, 1999). Det innebærer at ca. 50-70 sklerotier i rybs og ca. 80-100 sklerotier i raps kan spres per daa med såvare. I eldre litteratur er det rapportert om infeksjon i frø av *Brassica*. I våre undersøkelser har vi, ved dyrking på agar, påvist kun spor av storknolla råtesopp i oljevekstfrø. Det arbeides med å etablere en molekylær metode (PCR) for påvisning av storknolla råtesopp i plantemateriale, inkludert frø.

Erteflekk/ertefotsjuka-komplekset forårsakes av tre sopper: *Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes* (*Ascochyta pinodes*) og *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (*Ascochyta pinodella*). Alle tre soppene spres med frø i tillegg til å overleve på planterester. Smittekilder og epidemiologi for dette sjukdoms-komplekset er lite undersøkt i Norge. På grunn av relativt beskjeden dyrking av ert her i landet og som regel mange år mellom hver gang det dyrkes ert på samme skifte, vil frøsmitte kunne være en viktig smittekilde. Analyser hos Kimen Såvarelaboratoriet har vist at enkelte frøpartier kan være infisert. Det er ingen spesielle krav i «Såvareforskriften» angående frøsmitte av erteflekk/ertefotsjuka-komplekset og per i dag blir ikke frøpartier rutinemessig analysert for smitte av disse soppene. Veksthusforsøk med til dels kraftig smitta partier av ert viste at frøsmitte kan forårsake relativt sterke angrep på planter.

Sjokoladeflekk på åkerbønne forårsakes av soppene *Botrytis fabae* og *Botrytis cinerea*. I tillegg til overlevelse i planterester og som sklerotier i jord, og ved sporespredning gjennom lufta, spres sjukdommen også med frø. Smittekilder og epidemiologi for dette sjukdomskomplekset er lite kjent i Norge, men i en undersøkelse på 1970-tallet fant Sundheim (1973) at smitte ikke overlevde vinteren på planterester under norske forhold. Frøsmitte kan dermed være viktig. Analyser har vist at frøpartier kan være infisert med sjokoladeflekk (*Botrytis* spp.). Det er ingen krav i «Såvareforskriften» angående frøsmitte og per i dag blir ikke frøpartier rutinemessig analysert for smitte av disse soppene. I samarbeid med Kimen Såvarelaboratoriet arbeider vi med å etablere en analysemetode for sjokoladeflekk på frø av åkerbønne.

## Referanser

- Landbruks- og matdepartementet. 1999. Forskrift om såvarer. <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-09-13-1052>
- Sundheim, L. 1973. *Botrytis fabae*, *B. cinerea* and *Ascochyta fabae* on broad bean (*Vicia faba*) in Norway. Acta Agriculturae Scandinavica 23:43-51.

# Strategier for bekjempelse av sjukdommer i proteinvekster



Unni Abrahamsen  
Bioforsk  
unni.abrahamsen@bioforsk.no

Erter, åkerbønne og oljevekster er viktige vekster i de ensidige kornområdene. I tillegg til verdien som råvarer til olje- og kraftfôrindustrien, bidrar de til bedre avling og kvalitet i etterfølgende kornår. Særlig erter og åkerbønne, men også oljevekster, gir god ettervirkning med redusert behov for nitrogengjødsling. Enda viktigere er den sjukdomssanerende effekten, både for bladfleksjukdommer, fusarium og fotsjukdommer. På tross av stor merverdi er arealene av disse vekstene svært beskjedne, bare 2-3 % av kornarealet. Økt økonomisk risiko på grunn av store avlingsvariasjoner og innhøstingsproblemer kan være en av forklaringene på det beskjedne dyrkingsomfanget. Resultater fra lokale prosjekter i Østfold, Akershus og Vestfold har vist at en viktig årsak til disse variasjonene er angrep av sjukdommer. Legdeproblemer og høstetap i erter kan også skyldes sjukdomsangrep på røtter og ris.

I 2012 startet prosjektet «Proteinvekster - økt produksjon og stabile avlinger av god kvalitet ved tiltak mot sjukdommer» som er finansiert av Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter/Forskningsmidler over jordbruksavtalen, med støtte fra næringspartnere. Hovedfokus i prosjektet er viktige sjukdommer i raps/rybs, erter og åkerbønne, som i tillegg til å overleve i planterester og jord, kan spres med såfrø.

Et viktig mål i «Proteinvekstprosjektet» er å få kunnskap om betydningen av frøsmitte ved sjukdommene storknolla råtesopp i oljevekster, erteflekk/fotsjukekomplekset, samt sjokoladeflekk i åkerbønne. Et annet viktig mål er å evaluere, eventuelt forbedre, varslingsmodellen i VIPS for storknolla råtesopp. Som en del av IPM-strategi for bekjempelse av sjukdommer i raps/rybs, erter og åkerbønne, inkludert de som

kan relateres til frøsmitte, gjennomføres feltforsøk med hos tre landbruksrådgivingsenheter (Sørøst, Viken og Romerike). I disse forsøkene undersøkes om fungicid-behandling ved bruk av økte vannmengder gir bedre gjennomtrenging i bestandet, og dermed bedre bekjempelse av sjukdommer, samt om det kan gi muligheter for å redusere mengde fungicid. Resultater fra de to første årene med forsøk med ulike vannmengder og doser av fungicid i vekstene presenteres i foredraget.

I løpet av de siste to årene er det gjennomført 5 forsøk i erter, 5 forsøk i åkerbønne og 7 godkjente forsøk i raps/rybs med ulike doser og vannmengder ved soppbekjempelse. Det er brukt samme forsøksplan i alle vekstene. I erter og åkerbønne boscalid + pyraclostrobin (Signum) brukt som soppbekjemplingsmiddel, i raps og rybs er det brukt protiokonazol (Proline EC 250). Det er brukt 3 doser av midlene i forsøkene, tilsvarende  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  og 1/1 dose. Dosene er brukt i kombinasjon med 20 eller 40 l vann per dekar. Mer om forsøkene og resultater fra disse kan leses i Jord- og Plantekultur 2014.

Det har vært relativt store meravlinger for soppbekjempelse i forsøk med registrert sjukdomsangrep. Dette gjelder både raps/rybs, erter og åkerbønne.

I oljevekster tyder resultatene etter to forsøksår på at det er riktig å opprettholde anbefalingen om stor vannmengde ved soppbekjempelse. Tre kvart dose med Proline ser ut til å være tilstrekkelig.

Etter to forsøksår har en ikke kunnet påvise noen effekt av å bruke høy (40 l/daa) vannmengde ved behandling med soppbekjemplingsmidler i erter eller åkerbønne, og heller ikke noe samspill mellom vannmengde og dosering av plantevernmidlet. Det vil si at en ikke har fått noen økt effekt av de brukte dosene ved å øke vannmengden.

I gjennomsnitt for forsøkene i erter ga en halv dose Signum tilstrekkelig effekt. I åkerbønne som har svært lang veksttid viser resultatene så langt at tre kvart dose vil gi god beskyttelse mot sjukdommer.

# Hvordan finner ertevikler vertsplanten? - en historie om lukt i erteviklerbekjempelse



Gunda Thöming  
Bioforsk  
gunda.thoeming@bioforsk.no

Erter, *Pisum sativum* (Fabaceae), er, ved siden av åkerbønne og oljevekster, viktige vekster i ensidig korndyrking. Særlig er erter verdifulle proteinvekster som i tillegg gir god ettervirkning med redusert behov for nitrogen og har sykdomssanerende effekter. Ertevikler, *Cydia nigricana* (Lepidoptera: Tortricidae), er et av de viktigste skadedyrene i erter. Bekjempelse av ertevikler er vanskelig, og i områder med økende erteproduksjon er *C. nigricana* ofte en stor risiko for dyrkingen. Effektive ikke-kjemiske plantevernmetoder mangler for ertevikler.

Vi vil utvikle en artstilpasset og effektiv bekjempelsesstrategi mot ertevikleren, der luktstoffer kombineres med biologisk bekjempelse (snylteveps) og dyrknings- og arealplanlegging i erteproduksjon. Strategien er å utnytte erteviklerens artsspesifikke tiltrekking til lukt fra egne vertplanter (kairomoner) for å utvikle metoder som kan benyttes i effektiv varsling og overvåkning, eller for direkte bekjempelse. Kjemisk-økologiske metoder, det vil si metoder som utnytter insektenes luktesans, kan hindre skadedyr fra å gjøre skade ved å avlede, forvirre eller fange dem. Det finnes et stort potensiale for å kombinere slike metoder med andre ikke-kjemiske strategier for å optimere bekjempelsen.

Første utfordring i utvikling av en bekjempelsesstrategi basert på luktstoff er å forstå hvordan skadedyrene finner sin vertplante. Adferdsforsøk i vindtunnel har vist at ertebloomster er det mest tiltrekkende fenologiske stadiet av erteplanten for hunner av ertevikler. Luktprofilen av erteplanter er erteviklerens primære informasjonskilde for å finne

vertplanter. Med kjemiske analyser av luktprofilen fra erteplanter, og studier av fysiologiske responser på disse luktstoffene i erteviklerens antenner, har vi identifisert ni viktige luktstoffer. Denne kunnskapen ble anvendt for å lage syntetiske luktblandinger for å studere hvordan disse luktene påvirker erteviklerens atferd. Vi har utviklet en syntetisk ertebloomstluktblanding som tiltrekker hunner av ertevikler i vindtunnel og i felt.

Studier av hvordan duftstoffer fra alternative vertplanter, som for eksempel blomsterert, ville belgfruktplanter og åkerbønne påvirker erteviklerens adferd, vil anvendes for å optimere våre syntetiske luktblandinger og bekjempelsesstrategi. Identifisering av luktstoffer som blir anvendt av for eksempel snylteveps, for å finne sin vert (larver og egg av ertevikler), vil brukes for å fremme populasjonen av naturlige fiender. I fremtiden vil de utviklede metodene med kairomoner og biologisk bekjempelse bli kombinert med dyrknings- og arealplanlegging som anvendes i integrert plantevern i dag. Optimaliserte plantevernstrategier reduserer risiko i erteproduksjon og fremmer biologisk mangfold og bærekraftig landbruk.

# Betydning av *Fusarium* og *Microdochium* på såkorn



Guro Brodal<sup>1</sup>, Margit Oami Kim<sup>2</sup>, Birgitte Henriksen<sup>3</sup> & Håkon Tangerås<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU),  
<sup>3</sup>Kimen Såvarelaboratoriet AS  
 guro.brodal@bioforsk.no

Aksfusariose, forårsaket av *Fusarium*-sopper, er en av de viktigste sykdommene på korn i Norge. I dette sykdomskomplekset er også *Microdochium*-sopper (snømugg) vanlig. I tillegg til smitte fra planterester, overføres og spres *Fusarium*- og *Microdochium*-soppene med såkorn. I områder med mye *Fusarium*/*Microdochium* i planterester er det lite som tyder på at smitte som kommer med såkornet har noen betydning for utvikling av aksfusariose og mykotoksiner. Imidlertid vil infisert såkorn lett spre smitte til «nye» områder, og såkornsmitte vil kunne forårsake dårlig såkornkvalitet.

I løpet av de siste 10-12 årene har smittenivået av *Fusarium* og *Microdochium* på såkorn i Norge økt med over 100 % i forhold til gjennomsnitt for de foregående 30 år. For årene 2001-2012 var det gjennomsnittlige smittenivået 25,7 % i bygg, 26,5 % i havre og 27,9 % i vårhvete. Årlig variasjon i perioden 1970 til 2012 var 1-35 % i bygg, 1-45 % i havre og 1-47 % i vårhvete, med de høyeste nivåene etter fuktige somrer. Gjennomsnittlig årlig smittenivå var positivt korrelert med nedbør i juli.

Såkorn infisert med av *Fusarium* og *Microdochium* kan forårsake spiringsfusariose ved oppspiring og etablering av et plantebestand. Spiringsfusariose skyldes hovedsakelig infisert såkorn, og varierer fra korn som er drept av soppene allerede før spiring, til abnorme spirer som ikke vil gi normale planter, samt mindre skader på røtter og koleoptile, som kun gir forsinket oppspiring. For å drepe sykdomssmitte og sikre en god spireevne, blir infisert såkorn behandlet kjemisk eller termisk. Såkornanalyser har

gjennom mange år vist at bygg generelt har høyere spireprosent, og ofte mindre behov for beising mot spiringsfusariose, enn havre og hvete, til tross for samme infeksjonsnivå. Prøvebeising, som er en del av spireanalysene, viser ofte ingen eller kun liten effekt på spireprosenten i bygg. Dette er også bekreftet i beiseforsøk ved at oppspiring i felt sjelden forbedres etter beising i bygg. I havre og hvete derimot, kan oppspiring i felt forbedres betraktelig ved beising, og utslagene for prøvebeising er vanligvis større enn i bygg. Dette indikerer at havre og hvete generelt skades mer av *Fusarium*/*Microdochium* enn bygg. I enkelte år har lav spireevne på grunn av *Fusarium*/*Microdochium*-angrep, hvor såkornbehandling ikke har hatt god effekt, medført at det ikke har vært nok norskprodusert såkorn av god kvalitet, særlig i havre.

Det er observert at *Fusarium* på såkorn kan «dø ut» relativt raskt og at lav spireprosent, målt tidlig på høsten rett etter høsting, har «tatt seg opp» i løpet av noen måneders lagring. For å få mer kunnskap om overlevelse av *Fusarium*/*Microdochium*-smitte på såkorn og effekt på spireevnen etter lagring, er det satt i gang forsøk med lagring av en del naturlig infiserte såkornpartier av bygg, havre og vårhvete. Noen foreløpige resultater etter ca. et halvt års lagring, viste at smittegraden gikk noe ned og at spireprosenten gikk noe opp i en del partier av bygg og havre. I hvete var det en tydelig nedgang i spireevne etter lagring av de fleste undersøkte partiene, mens smittenivået ikke viste noen entydige endringer. Dersom det er en utbredt trend at soppsmitten reduseres, og spireprosenten går opp, kan en tenke seg at noen såkornpartier som i utgangspunktet ikke holdt kravene til sertifisert såvare, allikevel kan være brukbare etter noen måneders lagring, kanskje til og med uten smittesanerende behandling.

# Endringar i førekomst av *Fusarium graminearum*



Heidi Udnes Aamot, Ingerd Skow Hofgaard & Guro Brodal  
Bioforsk  
heidi.udnes.aamot@bioforsk.no

## Aksfusariose - ein soppsjukdom i korn

*Fusarium*-infeksjon i kornaks (aksfusariose) er ein sjukdom i korn som kan medføre store tap av avling, nedsett spireevne, eller tap som fylje av produksjon av mykotoksin (soppgifter) som deoxynivalenol (DON) i kornet. Sjukdommen har vist auka utbreiing i store delar av verda dei seinare åra, også i Noreg. Dette har vorte satt i samanheng med større grad av redusert jordarbeiding og fuktigare vekstsesongar.

Aksfusariose er forårsaka av ulike *Fusarium* og *Microdochium*-artar. I Noreg har *F. avenaceum* vore dominerande sidan den første undersøkinga i 1911. Nyare studie viser at *F. avenaceum* framleis er den dominerande arten i Noreg (Bernhoft *et al.* 2013). Men som i fleire andre europeiske land har den relative førekomsten av DON-produserande artar i Noreg endra seg: Nå er det *F. graminearum* som førekjem hyppigast i kornet vårt, ikkje *F. culmorum* slik det var tidlegare.

## *F. graminearum* i norsk korn

Ved Bioforsk Plantehele har vi jobba med å kartlegge årsaker og følger knytt til den endra førekomsten av DON-produserande artar. *F. graminearum*-isolat frå havre, kveite og bygg, samla inn i to periodar (1982-1998 og 2004-2007), vart undersøkte for genetisk variasjon og populasjons-struktur. For eit utval av isolata vart *in vitro* vekst ved ulike temperaturar og aggressivitet i kveite undersøkt.

Resultata viste at dei norske *F. graminearum*-isolata i hovudsak høyrde til to populasjonar som hadde

eksistert side om side over ei lengre periode. I tillegg til at populasjonane skilde seg frå kvarandre genetisk, viste dei ulike *in vitro* vekst og aggressivitet i kveite. Den populasjonen som hadde auka mest i utbreiing dei seinare åra viste seg å vera den minst aggressive i kveite. Denne populasjonen hadde og lågast *in vitro* vekst ved ulike temperaturar. Dette viser at det er lite truleg at den auka førekomsten av *F. graminearum* skuldast at vi no har meir aggressive isolat enn tidlegare.

## Endra vær-tilhøve i vekstsesongen

Auka utbreiing av nettopp *F. graminearum* har skjedd samtidig med at vêrforholda har endra seg: På Østlandet, eitt av hovuddistrikta for korndyrking i Noreg, har nedbøren i kornblomstringa gradvis auka dei siste 20-30 åra, samtidig som at temperaturen dei siste 10 åra har auka med 1-2 °C over normalen på 10,8 °C. I tillegg til at dette har ført til tilhøve som er meir gunstige for utvikling av aksfusariose, samsvarer dagens vær med forhold som fremmar danning av det kjønna stadiet til *F. graminearum*. Det kjønna stadiet der seksporar vert danna, er viktig for spreiding av soppen, også over lange avstandar. Vi har påvist produksjon av seksporar i *F. graminearum* infisert plantemateriale i felt på Østlandet. Dersom danninga av seksporar er utbreidd, kan dette vera ein av dei viktigaste årsakene til den auka utbreiinga av *F. graminearum* i Noreg.

## Konsekvensar for kornbransjen

Auka utbreiing av *F. graminearum* har ført til auka innhald av mykotoksin (DON) i norsk korn dei seinare åra. I dag blir alle pariter av havre analyserte for innhald av DON ved levering. I vår undersøking har vi og påvist nokre *F. graminearum*-isolat med potensiale for produksjon av DON-derivatet 15-ADON. Dette derivatet er ved inntak like giftig som DON. Korkje derivatet, eller isolat med potensiale til å produsere derivatet, har tidlegare vore påvist i Noreg. Dette funnet viser at det framover kan vera viktig å også overvaka førekomsten av 15-ADON i norsk korn.

# *Fusarium langsethiae* og mykotoksiner i havre



Ingerd Skow Hofgaard, Heidi Udnes Aamot, Jafar Razzaghian, Elisa Gauslaa, Hege Særvold Steen & Guro Brodal  
Bioforsk  
ingerd.hofgaard@bioforsk.no

## Forekomst av *Fusarium* og mykotoksiner i norsk havre

I de senere år har kornbransjen hatt store utfordringer knyttet til forekomst av *Fusarium* og mykotoksiner i norskprodusert havre. Hovedsakelig har sopparten *Fusarium graminearum* og mykotoksinet deoksynivalenol (DON) vært i fokus. *Fusarium langsethiae* er en soppart som også er vanlig forekommende i havre. *F. langsethiae* produserer HT-2 og T-2, toksiner som er vesentlig giftigere enn DON.

Anbefalinger fra EU går ut på at det ikke settes noen grenseverdier for innhold av HT-2 og T-2 i korn. For kornpartier der det er påvist et relativt høyt innhold av HT-2 + T-2 (over 1000 µg/kg), anbefales det å undersøke hvilke forhold som kan ha forårsaket utvikling av disse mykotoksinene. Bioforsk har påvist et innhold av HT-2 + T-2 over dette nivået i enkelte havrepartier. Imidlertid har vi registrert at det ikke er noen sammenheng mellom innhold av DON og HT-2 + T-2 toksiner. Dette betyr at partier med lavt DON-innhold kan ha høye konsentrasjoner av HT-2 og T-2 toksiner. Per i dag er det kun DON som analyseres i havre (og hvete) ved levering.

## Dyrkingsforhold som påvirker utvikling av *F. langsethiae* og HT-2 + T-2

Værforhold i blomstringsperioden er svært avgjørende for utvikling av *Fusarium* og mykotoksiner. Nylig publisert arbeid viser at risiko for utvikling av HT-2 og T-2 toksiner i havre øker ved mye regn før blomstring kombinert med relativt tørre forhold etter blomstringa (Xu et al. 2014). Dette er i kontrast til de

værforholdene som påvirker utvikling av DON og *F. graminearum*, nemlig fuktige forhold under og etter blomstring.

Gjennom ulike studier begynner vi å danne oss et bilde av hvilke dyrkingsfaktorer som påvirker utvikling av *F. langsethiae* i havre. Risikoen for utvikling av HT2 + T2 toksiner ser ut til å øke ved ensidig korndyrking. I en forsøksserie gjennomført i Bioforsk, fant vi dessuten at forekomst av HT-2 + T-2 i havre økte med økende mengde halmrester som ble igjen i åkeren etter fjorårets avling ved ensidig korndyrking.

Foreløpige resultater i Bioforsk kan tyde på at enkelte havresorter som generelt har hatt lave DON verdier, ikke nødvendigvis har den samme rangeringen når det gjelder forekomst av HT-2 og T-2 toksiner. Dette er resultater vi ønsker å følge opp nærmere.

Vi har per i dag ingen fungicider på markedet med kjent effekt på utvikling av HT-2 og T-2 i havre. Resultater fra feltforsøk gjennomført av Bioforsk viser at korn fra havre som behandles med fungicidet protiokonazol (Proline) i blomstringa ikke har noe lavere innhold av HT-2 og T-2 toksiner sammenliknet med korn fra planter som ikke fungicidbehandles.

For å komme frem til tiltak som kan redusere risikoen for utvikling av HT-2 og T-2 i havre er det behov for å øke kunnskapen om biologien og epidemiologien til *Fusarium*-arter som produserer disse toksinene. I tillegg er det viktig å kartlegge variasjon i resistens mot *F. langsethiae* i ulike havresorter.

## Referanse

Xu, X., Madden, L.V. & Edwards, S. 2014 Modelling the effects of environmental conditions on HT2 and T2 toxin accumulation in field oat grains. *Phytopathology* 104:57-66.



# Effektivitet av nitrogen og energi i melkeproduksjon på Vestlandet



Matthias Koesling, Gustav Fystro & Sissel Hansen  
Bioforsk  
matthias.koesling@bioforsk.no

Produksjon og bruk av innsatsfaktorer ble undersøkt på 20 melkebruk på Vestlandet. Foreløpige resultat viser at det både blant økologisk og konvensjonelt drevne garder var stor forskjell i nitrogen- og energieffektiviteten.

Produksjon og bruk av innsatsmidler på ti økologisk og ti konvensjonelt drevne melkebruk i Møre og Romsdal ble undersøkt. Regnskapsdata for 2010 og 2011 ble koblet med innhold av nitrogen og energibruk under produksjonen for innsatsfaktorer og næringsenergi for solgt melk og kjøtt. I tillegg ble det estimert energimengde som var nødvendig for å lage materialer i fjøs og andre landbruksbygg samt maskiner på gardene. Her presenteres foreløpige tall.

Avlingene varierte mye mellom garder og år og mest blant de konvensjonelle. I snitt hadde de økologiske gardene et avlingsnivå på litt over 70 % av det de konvensjonelle hadde. Også gjennomsnittlig melkeytelse i EKM per årsku var på de økologiske gardene 70 % av nivået på de konvensjonelle (6000 kg mot 8300 kg). Her var det større variasjon blant de økologiske ( $\pm 1800$  kg) enn hos de konvensjonelle ( $\pm 700$  kg).

Alle 20 bruk bruker husdyrgjødsel. På de konvensjonelle brukes i tillegg kunstgjødsel. Går en ut ifra at all kunstgjødsel blir brukt på full- og overflatedyrka areal, brukte de konvensjonelle gardene i snitt ca. 20 kg nitrogen (N) per daa fra kunstgjødsel, i tillegg importeres ca. 9 kg N per daa i kraftfôr; på de økologiske ca. 5 kg N per daa.

Effektivitet viser hvor mye som blir produsert i forhold til det som går inn i produksjonen. For

en kg nitrogen i solgt melk, kjøtt og livdyr har økologiske garder brukt 1,2 kg innkjøpt nitrogen, de konvensjonelle ca. 3,6 kg (hovedsakelig i form av fôr og kunstgjødsel). Stor import av nitrogen og lav effektivitet er årsak til et overskudd på vel 19 kg N/daa på konvensjonelle garder. De økologiske har nesten 6 kg N/daa overskudd når N-fiksering fra kløver tas med. Per produsert energienhet i melk eller kjøtt brukes det 2 energienheter fra kjøpte innsatsfaktorer på de konvensjonelle gardene og 1,5 energienhet på økologiske.

Agronomisk praksis vil påvirke produksjonsvilkår i jord og planter. I tillegg er variasjon i jord og lokalklima en viktig årsak til utslagene i avlingsnivå. Nitrogenbalansene ligger på et nivå som Lyche 2010 fant for melkeproduksjonsgarder i Møre og Romsdal og van Gool (2001) i Hordaland. Blant de økologiske gardene er det noen som tar vare på gamle husdyrraser med lavere avdrått enn NRF. Valg av kurase bidrar til at gjennomsnittlig melkeytelse er lavere på de økologiske gardene i undersøkelsen enn de konvensjonelle.

De foreløpige resultatene viser at økologiske garder i undersøkelsen produserer melk, kjøtt og livdyr med mindre bruk av energi og nitrogen, og mindre nitrogenoverskudd per dekar enn de konvensjonelle. Både avlingsnivå per dekar og melkeytelse per ku er i snitt høyere på de konvensjonelle gardene som gjødsler med mer nitrogen og bruker mer kraftfôr per ku enn de økologiske.

Takk til Norges Forskningsråd, Natur og Næring og Møre og Romsdal Fylke for finansiering og bøndene i prosjektet for deres hjelp og interesse.

## Referanser

- Lyche, A. 2010. Rapport. Beregninger av nitrogenbalansen på 50 gårdsbruk i kommunene Midsund, Fræna, Gjemnes, Surnadal og Rindal. Landbruk Nordvest. 15 s.
- Van Gool, B. 2001. Næringsstoffregnskap på gårdsnivå. Sluttrapport og resultater regnskapsåret 1999. Sunnhordaland Forsøksring. 8 s.

# Langtidsstudier på Tingvoll gard - jordanalyser, engavlinger og handelsbalanser



Martha Ebbesvik & Liv Solemdal  
Bioforsk  
liv.solemdal@bioforsk.no

Omlegging til økologisk drift ved Tingvoll gard startet etter etableringen av Norsk senter for Økologisk landbruk (NORSØK) i 1986. Jorda ble lagt om skifte for skifte, og i 1994 var all jord omlagt og har siden vært godkjent for økologisk drift.

Fra 1991 er det gjort årlige avlingsregistreringer. Vi vil her se nærmere på engavlingene. Jordprøver er tatt i 1989, 1995, 2002 og 2009. Ved hjelp av årlige regnskapsrapporter har det vært mulig å beregne handelsbalanser for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K).

Helt siden 1988 har melkeproduksjon på NRF-kyr vært hovedproduksjon. Fram til 2006 var det i tillegg et lite antall sauer på garden. Det ble dyrket grønnsaker og/eller poteter på inn til sju dekar fram til år 2000. Ved etablering av den økologiske gardsdrifta var målet ei allsidig, helhetlig gardsdrift med vekstskifte og mest mulig bruk av lokale ressurser som innsatsfaktorer. En stor forandring i driftsopplegg skjedde i 2006 da forpakterne inngikk samdrift med en nabogard. Dette medførte både økt melkekvote og større arealtilgang. Alle tilgjengelige jordressurser er siden brukt til grovfôrdyrking i form av gras/kløverblandinger. Enga fornyes hvert femte år. For å fylle kvoten har innkjøpt kraftfôrandel økt fra under 20 % før 2006 til 33 % i 2013. Arealet som nå drives av forpakterne ved Tingvoll gard har økt fra 157 daa til 280 daa fulldyrka areal. Forpakterne har tilpasset drifta til endrede økonomiske rammebetingelser. Endringene er likevel innenfor reglene for økologisk produksjon.

På Tingvoll gard var det i perioden med økologisk melkeproduksjon basert på egetprodusert fôr og med en kraftfôrprosent mellom 10 og 20, en handelsbalanse med næringsstoffene N, P og K rundt null eller svakt negativ. Ved å øke kraftfôrandelen til rundt 33 %, basert på innkjøpt kraftfôr, har handelsbalansen med næringsstoffer blitt forskjøvet, slik at import av næringsstoffer er større enn eksport. Høy ytelse på kyrne med dagens fôringsopplegg reduserer utslaget den økte importen får på handelsbalansen.

Gjennomsnittlig P-AL konsentrasjoner i øverste jordlag (0-20 cm) har blitt redusert fra 21 til 13 mg/100 g tørr jord fra 1989 til 2009 (Ebbesvik & Løes 2013). Det er store variasjoner fra skifte til skifte. Gjennomsnittlig P-AL nivå er allikevel over 7 mg/100 g tørr jord; som regnes for å være optimum-nivå.

Gjennomsnittlige engavlinger varierer fra år til år. Engavlinger er resultat av en rekke faktorer. Høsteteknikk, tyngde på maskiner og kjøretøy, vekstskifte, tilgang på husdyrgjødsel, slåttetidspunkt og beiter regime er faktorer hvor det har vært store endringer på Tingvoll gard i perioden med avlingsregistreringer. Temperatur og nedbør varierer. Hver for seg påvirker disse faktorene engavlingene. I tillegg har næringsinnhold i jord, pH og engalder også betydning.

## Litteratur

- Ebbesvik, M. & Løes, A.K. 2013. Long-term changes in soil nutrients and grass/clover yields on Tingvoll Farm. In Løes *et al*: Organic farming systems as a driver for change. NJF Report 9(3):119-120.

# Djurvälfärd i ekologiskt lantbruk



**Emma Brunberg**  
Bioforsk  
emma.brunberg@bioforsk.no

Ekologiskt producerad mat anses ofta ha mervärden enligt konsumenterna, som gör att många är beredda att betala mer för dessa produkter. Ett av dessa mervärden är uppfattningen om ökad djurvälfärd, vilket generellt är viktigt för både konsument och individ. Traditionellt sett, så är djurvälfärden i Norge hög och bör betraktas som en viktig del när man vill utveckla en hållbar djurproduktion.

IFOAM har satt upp fyra principer för ekologiskt lantbruk och djurvälfärd nämns i en av dessa, rättfärdighetsprincipen. Konkret står att «djur ska ges villkor och möjligheter som överensstämmer med deras fysiologi, naturliga beteende och välfärd». Denna mening kan låta grundläggande för all djurproduktion, men ser man till dagens djurhållning så får denna målsättning räknas som ambitiös.

Att svara på frågan «Hur är djurvälfärden i ekologisk produktion» är en svår uppgift då så många faktorer spelar in. God välfärd kan till exempel definieras som alltifrån god hälsa och produktion till total frihet att utföra alla naturliga beteenden, beroende av vem man frågar. Andra faktorer som spelar in är vilket djurslag man talar om, vilken producent man ser på, vilken geografisk region som avses samt vad man egentligen jämför med. Det finns få generella forskningsrapporter om välfärd i ekologiskt lantbruk, men genom att studera de rapporter som finns så skiljer sig åsikterna åt och majoriteten av argumenten kan placeras i olika kategorier. En rad forskare menar att vi egentligen inte vet hur välfärden i ekologisk produktion verkligen är då det finns så få jämförande studier angående välfärd i olika produktionsformer.

Andra menar att välfärden är riktigt bra på grund av en högre miniminivå och fler kontroller i certifierat ekologiskt lantbruk. En tredje grupp åsikter menar att det finns klar förbättringspotential, framför allt om man som företrädare för den ekologiska rörelsen överser att även ett fungerande ekologiskt system kan ha negativ inverkan på djurets välfärd.

För att leva upp till den höga välfärdspotentialen i ekologisk produktion så finns det en rad förbättringsområden att rikta in sig på. Förutom att bli mer medveten om vilka välfärdspådrag som är specifika för ekologisk produktion så är det till exempel viktigt att vi placerar rätt djur i rätt miljö, dvs. djurmaterialet bör vara välanpassat till ekologisk produktion vilket det inte är fallet i alla produktionsformer. I övrigt bör man utgå ifrån de problemställningar man vet förekommer och som kan ha stor inverkan på djurens välfärd. Några sådana problemställningar kommer att behandlas vidare under presentationen.

# OSCAR hvem er det? Dagens og fremtidens strategier for bekjempelse av rotugras i økologisk produksjon



Lars Olav Brandsæter<sup>1,2</sup>

& Kjell Mangerud<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>NMBU, <sup>3</sup>Høgskolen i Hedmark, avdeling for anvendt økologi og landbruksfag, Institutt for jordbruksfag  
lars.olav.brandsaeter@bioforsk.no

Flerårig vandrende ugras, dvs. arter med jordstengler, horisontale formeringsrøtter, stengelknoller eller lignende formeringsorgan, de vi kaller rotugras, er spesielt vanskelig å håndtere i økologisk landbruk. Før bonden fikk tilgang på effektive herbicider som fenoksyryrer og glyfosat, var disse artene svært problematiske for alle, og det er ikke en stor overraskelse at utfordringene kom tilbake for økobonden. De siste årene har det vært en betydelig forskningsinnsats for å finne effektive ikke-kjemiske tiltak mot disse artene. Ikke minst har aktiviteten vært stor i Norge og de andre nordiske landene. Mye av forskningen har fokusert på å finne svake punkt i biologien til disse ugrasene for å gjøre bekjempingstiltak mest mulig effektive.

Av nyere biologisk kunnskap kan vi eksempelvis nevne forskjellene om høsten når det gjelder evne til å sette nye skudd fra rot- eller jordstengelbiter etter oppdeling ved harving. På den ene siden har vi kveka (*Elymus repens*) som villig vekker nye lysskudd til seint på høsten bare temperaturen er over ca. 5 °C, mens vi på motsatt ende av skalaen finner åkerdylle (*Sonchus arvensis*) som går inn i en tiltagende skuddhvile allerede på sensommeren. En annen viktig art, åkertistel (*Cirsium arvense*), har i våre undersøkelser vist seg ikke å ha en slik skuddhvile som åkerdylle, men veksten stopper tidligere på høsten enn kveka fordi minimums-temperaturen for vekst er høyere for åkertistel enn for kveke. De ulike egenskapene disse artene har er årsaken til at kveka, i motsetning til de to andre artene, kan «sultes ut» om høsten etter tresking. Nylig publiserte svenske

studier konkluderer imidlertid med at selv om de fleste rotugrasartene ikke kan sultes ut om høsten, er det viktig å stoppe transporten av assimilater til rotsystemet ved hjelp av harving eller nedkutting etter tresking. Mange studier og praktisk erfaring har vist at rotugras med grunt rotsystem kommer med nye skudd fra oppdelte røtter eller jordstengler etter jordarbeiding. For åkertistel på den annen side, har våre studier vist at det synes som om de viktigste nye skuddene kommer fra det intakte rotsystemet under jordarbeidingsdybden. Dette funnet harmonerer godt med andre forsøk vi har utført hvor vårpløying har redusert åkertistelproblemet mye sammenlignet med høstpløying. Ved vårpløying må nye skudd fra intakt rotsystem vokse fra under pløedybden, dette forsinkes oppspiring og den møter i tillegg konkurranse fra kornet som da har etablert seg. Forsøk har dessuten vist at åkertistelen er følsom for pløedybde på våren, eksempelvis har pløedybde 25 cm, sammenlignet med 15 cm, reduserte tistelen med 70-90 %.

Men, tilbake til OSCAR, hvem er det? OSCAR er et EU prosjekt (2012-2015) hvor bokstavene står for "Optimising Subsidiary Crop Application in Rotations", hvilket fritt oversatt betyr å "optimalisere bruken av understøttende vekster (som undersådd kløver) i dyrkingssystemer". OSCAR vil sammen med det nasjonale forskningsprosjektet "ØKOKORN 2012-2016" gi viktige bidrag til vår vei inn i fremtidens strategier for bekjempelse av rotugras i økologisk og konvensjonelt landbruk. I de nye prosjektene vil vi videreføre arbeidet med å klarlegge biologien til disse «ugrasverstingene» for å finne svake punkter i deres livssyklus. Frem til i dag har mye av forskningen på ikke-kjemiske strategier dreid seg om intensiv jordarbeiding. I de nye prosjektene vil vi fokusere på nye innovative metoder hvor jorda ikke bearbeides så intensivt som tidligere. En viktig del av forsøkene vil dessuten være å utarbeide strategier som gjør at økokornet kan gjøre seg nytte av økt gjødseltilgang, f.eks. bio-rest, på bekostning av rotugraset.

# Ugrasharving i korn - en metode aktuell for flere enn økobonden



Kjell Mangerud<sup>1</sup> & Lars Olav Brandsæter<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Høgskolen i Hedmark, avdeling for anvendt økologi og landbruksfag, Institutt for jordbruksfag, <sup>2</sup>Bioforsk, <sup>3</sup>NMBU  
kjmang@online.no

Ugrasharving er ikke en metode av ny dato. Allerede i 1906 beskrev Korsmo metoden i heftet "Kampen mod ugræsset". I dag har vi fått ugrasharver som er bedre og mer allsidige. I tillegg til bruk i korn, kan de benyttes i poteter, bønner, erter og jordbær og i forbindelse med fornying av eng. Et ankepunkt er at jorda må være smuldretørr i overflaten når harva brukes. På den andre siden kan en ugrasharve selv om det er vind

I en treårig forsøksserie 2004-2006, med tre lokaliteter hvert år (Brandsæter *et al.* 2012), ble ugrasharving benyttet på forskjellige stadier hos korn. På Ås ble det sammenliknet med sprøyting mot frøugras. I snitt for disse årene, var det ikke signifikant forskjell i kornavling mellom to gangers harving, dvs. såkalt blindharving (harving før kornet spirer) pluss harving når kornet hadde 3-4 blader, og sprøyting. Det var signifikant mindre antall og biomasse av ugras der det var sprøytet. Forskningsresultater fra andre land viser i stor grad tilsvarende resultat. Både våre forsøk, og mange bønders erfaringer, viser dessuten at i år med skorpedannelse kan blindharving være spesielt positivt med hensyn til avling.

I gjennomsnitt fant Brandsæter *et al.* (2012) at blindharving reduserte antall ugras med 26 % sammenliknet med ikke harvet kontroll. Tilsvarende, for ugrasharving kun på kornets 3-4-blad stadium, var det 47 % reduksjon av antall ugras. Kombinasjonen, dvs. to gangers harving, reduserte antallet med 61 % med omtrent tilsvarende reduksjoner for biomassen. Forsøkene viste, kanskje litt overraskende, at ugrasharving på tidlig tidspunkt ikke ga noe mer stabilt resultat av andre gangers harving. Dvs. var det

mye ugras etter første gangs harving ble det mye ugras også etter andre gangers harving. Ugrasreduksjonen etter harving på 3-4-bladstadiet ble i prosent omtrent den samme om man hadde harvet tidlig eller ikke. Når det gjelder kornavling, ga i snitt harving før spiring 6,2 % avlingsøkning og to gangers ugrasharving 10 % avlingsøkning.

Ugrasharver med så-aggregat for spredning av smått frø er et godt redskap for såing av underkultur og gjenlegg. I et 4-årig forsøk på Apelsvoll (Stenerud *et al.* 2013), hvor samme behandling ble repetert på samme forsøksrute i 4 påfølgende år, ble ulike kombinasjoner av ugrasharving og såing av underkultur undersøkt ved to gjødslingsnivå (4 og 10 kg N daa<sup>-1</sup>). Mest ugras ble det i behandlinger hvor det ikke ble ugrasharvet. Forsøksrutene hvor vi ugrasharvet en gang ga ofte signifikant mindre ugras enn ikke harvede areal og to gangers harving ga alltid i snitt, men ikke alltid signifikant, mindre ugras enn en gangs ugrasharving. Vi fant ingen klar sammenheng mellom gjødslingsnivå og effekten av harving på ugraset. Forsøket på Apelsvoll kan i et fireårs-perspektiv oppsummeres i at vi kontrollerte ugraset ganske effektivt og stabilt med ugrasharving, men at vi ikke kunne påvise noe klar effekt av underkulturen på ugraset. Når det gjelder effekten av de ulike behandlingene på kornavling kan vi trekke fram at gjennomsnittsavling ved bruk av kløver underkultur i alle tilfeller var høyere, men ikke alltid signifikant, sammenliknet med ubehandlet kontroll. Høyeste gjødslingsnivå ga, ikke overraskende, høyest avling, men forskjellen var mindre ved bruk av underkultur. Manglende samspill mellom gjødslingsnivå og effekt av ugrasharving kan tyde på at ugrasharving kan virke like godt hos den konvensjonelle bonden som hos økobonden.

## Referanser

- Brandsæter, L.O., Mangerud, K. & Rasmussen, J. 2012. Interactions between pre- and post-emergence weed harrowing in spring cereals, *Weed Research* 52:338-347.
- Stenerud, S., Brandsæter, L.O., Mangerud, K., Torp, T. & Sjørnsen, H. 2013. Effects of Combined Weed Harrowing and Undersown Clover on Weed Growth and Cereal Yield. *Weed Research* (innsendt).

## Kan FoU løse utfordringer i grøntbransjen?



Bente Stensland  
Gartnerhallen  
b-stens@online.no

Grøntnæringa må styrke sin markedsposisjon og konkurransekraft gjennom målrettet arbeid med innovasjon og utvikling i hele verdikjeden. Kunnskap inngår i økende grad som innsatsfaktor i varene og tjenestene som sektoren tilbyr. For Gartnerhallens del har vi siden 1999 samarbeidet med verdikjeden og relevante forskningsinstitutt om forskning og innovasjon for å øke verdiskapingen i grøntsektoren.

Evaluering av våre samarbeidsavtaler om FoU, både i 2004 og 2011, har vist at satsing på forskning og utvikling har vært lønnsom, og økt verdiskapingen i Gartnerhallen med minst 70-80 millioner kroner per år. Derfor er satsing på forskning og forskningsbasert innovasjon et sentralt tiltak for å nå både våre strategiske hovedmål, men også et viktig virkemiddel for hele grøntbransjen.

En samlet årlig økning av norsk matproduksjon på 1 % fram til 2032 fordrer et aktivt landbruk i hele landet. Grøntsektoren, inkludert blomster, står i dag for 16 % av verdiskapingen i norsk landbruk (Totalkalkylen, Budsjettnemda for Landbruket, 2011). Matvekster utgjør i dag 65 % av grøntsektoren og det er en intensjon om at grøntsektoren skal stå for minst 20 % av verdiskapingen innen landbruk innen 2020.

En slik vekst vil bidra til å oppfylle tre sentrale nasjonale målsetninger, bedring av folkehelse gjennom sunnere kosthold, reduserte klimautslipp fra landbruk og økt norsk matproduksjon.

Satsing på forskning og utvikling (FoU) gjennom samarbeid i hele verdikjeden er viktig for å oppnå den ønskede veksten. De nasjonale virkemidlene for FoU innebærer også at næringen må delta aktivt for å få utløst midler til forskningsprosjekt innenfor fagområder som er sentrale for bransjen.

Vekst i grøntsektoren er avhengig av kunnskapsutvikling. Som all annen planteproduksjon har grøntsektoren behov for ny kunnskap innen agronomi, gjødsling, teknologi, planteforedling, plantevern og klimatilpassing.

# Økt kornproduksjon - flaskehalsen som skal løses



**Ingvar Hage**  
Bioforsk  
Ingvar.hage@bioforsk.no

Korn som nøkkelfaktor i matvareforsyningen, globalt som nasjonalt, har hatt sterkt fokus de siste årene. Dette har vist seg blant annet i landbruks- og matmeldingen fra 2011, der det er ambisiøse mål for norsk kornproduksjon de nærmeste årene. Samtidig må det konstateres at kornproduksjonen her til lands har stagnert, både i kvantum og i kvalitet. Arealet har gått ned, og avlingsnivået har flatet ut. Vanskelig dyringsklima har forsterket tendensen.

Både myndigheter og bransje har på forskjellige måter vært opptatte av den massive utfordringen denne situasjonen representerer. Flere utredninger er gjennomført, og forskningsprosjekter er i gang. Samtidig skjer det endringer som påvirker kornproduksjonens tilpasningsmuligheter, som igjen avdekker nye kunnskapsbehov.

Ambisjonene for norsk kornproduksjon krever tiltak både på kort og på lang sikt. Betydelige forbedringer er nødvendige bare for å stabilisere produksjonen på dagens nivå, i tillegg til **høye vekstambisjoner**. Foreliggende kunnskap må omsettes til praktisk bruk, i tillegg til at ny kunnskap produseres. Dette krever betydelig innsats på flere plan, og en gjennomtenkt prioritering. Med bakgrunn i en utredning utført av Bioforsk høsten 2013, har FFL/JA innvilget støtte til et fireårig program for å implementere kjent kunnskap i praktisk korndyrking - fra utredning til handling - med tiltak prioritert slik at de raskt skal gi resultater.

Gjennom utviklingsprogrammet tas det sikte på rask overføring av kunnskap gjennom enklere tilgjengelighet både elektronisk og i den praktiske hverdagen. Målet er å skape engasjement og endringsvilje gjen-

nom å dokumentere forbedringspotensial gjennom fagmøter, markdager og demonstrasjoner.

Med bakgrunn i definerte flaskehalsen, blir det igangsatt en rekke aktiviteter. Dette gjelder både rammevilkår, agronomi, teknologi og hjelpemidler samt forskning og veiledning. Tyngden av tiltak vil ligge innen agronomi, enten det gjelder jord- og jordstruktur, plantehelse, arter/sorter eller næringsforsyning. Tiltakene vil bli gjennomført flere steder i kornområdene, spredt over perioden 2014-2017, under ledelse av Bioforsk Øst Apelsvoll.

Parallelt med dette vil det også være nødvendig å dekke opp nye kunnskapsbehov. I en biologisk produksjon som korndyrking vil vekstforholdene det enkelte år variere mye. I tillegg vil produksjon og vekstforhold foregående år også ha betydning. For å kunne gi gode råd er det derfor viktig at den forskningen som skjer er langsiktig og går over flere år slik at en får med de naturlige variasjonene mellom år. I et slikt perspektiv er prosjekter på 3 - 4 år ofte for korte til å kunne produsere etterrettelig kunnskap. Mange spørsmål som er belyst tidligere kan det være behov for å undersøke på nytt, siden forutsetningene, bl.a. klima, endrer seg. Løpende nyheter og forskning i et fornuftig omfang gir fokus i veiledningen og holder kompetansen i hevd. Feltforsøk er et sentralt virkemiddel, hvor det kreves et tilstrekkelig omfang om kompetanse og kvalitet skal sikres.

Finansiering av den anvendte forskningen som ligger til grunn for kunnskap til gårdbrukerne er krevende, og det er behov for bedre basisfinansiering av denne typen forsknings- og utviklingsarbeid både i Bioforsk og Norsk Landbruksrådgiving.

## Referanse

Strand, E., Sundgren, T.K. & Hage, I. 2013. "Fra utredning til handling" - en oppfølging av rapporten 'Økt norsk kornproduksjon - Utfordringer og tiltak'. Bioforsk RAPPORT 8(116):39s.

# Sammendrag av plakater

E. Korsmo

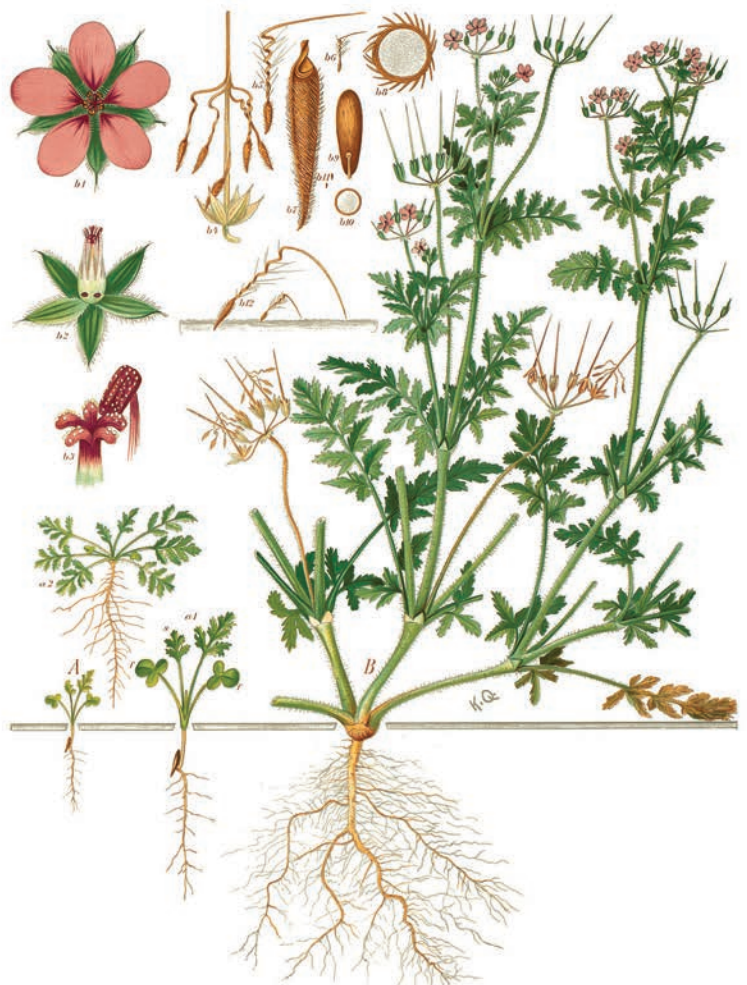
Unkrautafeln - Weed plates - Planches des mauvaises herbes - Ugrossplanjer

V



Nr. 9. *Urtica urens* L.

Kleine Brennessel - Small stinging nettle - Ortie brûlante, ortie grêche - Liten brennesele  
„Edité par la Société Norvégienne de l'Azote" (Norsk Hydro)



Nr. 10. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hérit.

Gemeiner Reitherschnabel, Hirtennadel - Common stork's-bill - Bec de grue, ciculaire - Tranehals  
Norsk Litografisk Officin, Oslo



# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Korn på marine avsetninger



Inga Greipsland  
& Johannes Deelstra  
Bioforsk  
inga.greipsland@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I syv av nedbørfeltene innhentes detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Formålet med overvåkingen er å dokumentere jordbrukets tilførsler av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, samt å studere sammenhenger mellom tiltaksgjennomføring og endringer i vannkvalitet over tid i jordbrukspåvirkede bekker. Programmet startet i 1992, men enkelte tidsserier startet i 1991.

## JOVA-overvåking av Skuterudbekken

Skuterudbekken ligger i Ås kommune i Akershus, renner nordover og munner ut i Østensjøvannet. JOVA tar ut volumproporsjonale vannprøver fra bekken ca. hver 14. dag, og prøvene analyseres for suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP), totalnitrogen (TN), løst fosfat-P ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) og nitrat-N ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ). I vekstsesongen analyseres det også for plantevernmidler. Overvåkingsresultatene fra Skuterudbekken har blitt brukt til å kalibrere en rekke modeller som simulerer avrenning fra jordbruksarealer, og brukes aktivt i arbeidet med vannforskriften i vannregionen, spesielt med hensyn til Østensjøvann. Vannkvaliteten i Skuterudbekken er overvåket av JOVA i 20 år.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Skuterudbekken i 2012?

I 2012 var det mye nedbør på sommeren og om høsten i Skuterudfeltet, års-nedbør og avrenningen var svært

lik gjennomsnittet i perioden. I 2012 ble det dyrket korn på 100 % av jordbruksarealet og tilførselen av fosfor som gjødsel var 1,7 kg TP/daa, det nest laveste registrerte så langt i overvåkingen. Litt over halvparten av arealet lå i stubb over vinteren. Det ble brukt 23 ulike plantevernmidler i feltet dette året.

## Tap fra Skuterudfeltet i 2012

Tap av fosfor i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 var på 675 g TP/daa, en del høyere enn gjennomsnittet for overvåkingsperioden (238 g/daa/år). Over halvparten av fosfortapet og tapet av suspendert stoff for perioden skjedde i april 2013. Det er estimert at ca. 600 tonn suspendert stoff og 1 tonn fosfor ble transportert til fangdammen i Skuterudbekken i denne perioden, og at ca. halvparten av dette ble tilbakeholdt i fangdammen. Dette tilsier en 12 cm opphoping av jord i fangdammen bare på én måned. Årsaken var store nedbørmengder med høy intensitet på frossen mark i dagene 15.-19. april, noe som førte til mye overflateavrenning med påfølgende erosjon. Tap av fosfor var hovedsakelig partikulært. Tap av nitrogen i perioden var 4,2 kg TN/daa, omtrent som gjennomsnittet for overvåkingsperioden.

## Vannkvalitet i Skuterudbekken i 2012

De vannføringsveide middelkonsentrasjonene av fosfor og nitrogen i Skuterudbekken i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 var på 768  $\mu\text{g/l}$  TP og 5,1 mg/l TN, og ligger svært høyt i forhold til de eksisterende øvre klassegrensene for god vannkvalitet i vannforskriften. Plantevernmidler ble påvist i 8 av 9 prøver. Ingen av funnene var over faregrensen for antatte negative effekter i vannmiljø. Vannprøven fra perioden 8. april til 24. april 2013 hadde den høyeste konsentrasjonen av fosfor (3,4 mg TP/l) som noensinne er målt ved innløpet av fangdammen i Skuterudfeltet. Konsentrasjonen av SS (2100 mg/l) var den nest høyeste som er målt. Nedbørepisoden i april viser konsekvensene av mye regn på et uheldig tidspunkt og kan tjene som en illustrasjon på hvor stor betydning én enkelt episode kan ha for vannkvaliteten.

# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Husdyrproduksjon og korn i Trøndelag



Inga Greipsland & Johannes Deelstra  
Bioforsk  
inga.greipsland@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I syv av nedbørfeltene innhentes detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Formålet med overvåkingen er å dokumentere jordbrukets tilførsler av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, samt å studere sammenhenger mellom tiltaks gjennomføring og endringer i vannkvalitet over tid i jordbrukspåvirkede bekker. Programmet startet i 1992, men enkelte tidsserier startet i 1991.

## JOVA-overvåking av Hotranelva

Hotranelva ligger ved Trondheimsfjorden, nordøst for Trondheim. Dyrket areal i nedbørfeltet til Hotran domineres av kornproduksjon, med betydelig innslag av eng og beite. Driftsformen, klima og jordsmonn i Hotran er representativ for landbruksproduksjon på leirjord i sentrale Trøndelag. JOVA tar ut volumproporsjonale vannprøver fra Hotranelva ca. hver 14. dag, og prøvene analyseres for suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP) og totalnitrogen (TN). I vekstsesongen analyseres det også for plantevernmidler. Vannkvaliteten i Hotranelva er overvåket av JOVA i 20 år.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Hotranelva i 2012

Andel engareal og antall husdyr i feltet har økt jevnt i hele overvåkingsperioden. I 2012 var 38 % av jordbruksarealet eng og husdyrtettheten var på 0,21 gjødseldyrenheter (GDE)/daa, noe som er opp mot grensen for kravet til spredeareal for husdyrgjødsel (0,25 GDE/daa). Det ble dyrket korn på 62 % av jordbruksarealet, hovedsakelig bygg. I overvåkings-

perioden har det i stor grad blitt større bruksenheter som følge av mer forpaktning og noe nydyrking. Andel jordbruksareal som overvintres i stubb og som pløyd har vært relativt stabilt de siste årene og var i 2012 på hhv. 38 % og 32 %. Både nedbør og avrenning var lavere i året 2012 enn gjennomsnittet i overvåkingsperioden.

## Tap fra Hotranfeltet i 2012

Gjennomsnittlig tap av fosfor og suspendert stoff i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 var 0,3 kg TP/daa og 179 kg SS/daa. I gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden er det registrert et årlig tap på 0,4 kg TP/daa og 321 kg SS/daa. Det lave tapet i 2012 kan skyldes noe mindre nedbør enn normalt og dermed lavere avrenning. Mesteparten av fosfortapet (37 %) i 2012 skjedde i mars. Dette var en måned med store nedbørmengder som, kombinert med snøsmelting, førte til høy avrenning. Tapet av nitrogen i året 2012 var 2,1 kg TN/daa og vesentlig lavere enn gjennomsnittet på 5 kg TN/daa.

## Vannkvalitet i Hotranelva i 2012

De vannføringsveide middelkonsentrasjonene av fosfor og nitrogen i Hotranelva i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 var på hhv. ca. 425 µg/l TP og 3,5 mg/l TN, noe som er svært høyt i forhold til de eksisterende øvre klassegrensene for god vannkvalitet i vannforskriften. Funn av ugrasmidler blir i Hotranelva gjennomsnittlig påvist i over 55 % av prøvene som analyseres. Soppmidler og skadedyrmidler gjenfinnes i mindre grad, men det er en tendens til økende gjenfinning av soppmidler i vannprøvene etter 2004. I perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 ble det påvist plantevernmidler i 6 av 9 prøver og det ble til sammen gjort 12 funn av 5 forskjellige midler. En metabolitt av soppmiddelet protiokonazol, som brukes til kontroll av *Fusarium* spp. i korn, ble påvist for første gang. To av disse funnene var over faregrensen for antatte miljøeffekter på vannlevende organismer.

# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra kornarealer i ravinelandskap på Østlandet



Marit Hauken  
Bioforsk  
marit.hauken@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. Her presenteres resultater fra overvåkingen av Mørdre-bekken i Akershus med fokus på overvåkingsåret 2012/2013.

Mørdrebekken renner igjennom et jordbruksområde på Romerike og tilhører vannområde Øyeren i vannregion Glomma. Mørdrefeltet (bekkens nedbørfelt), har en størrelse på 6,8 km<sup>2</sup>, og et jordsmonn med silt over leire og en stor andel bakkeplanerte arealer. Overvåkingen i Mørdre har pågått siden 1991. Resultatene fra overvåkingen i Mørdre kan brukes til å forstå sammenhengen mellom jordbruksdrift og vannkvalitet i ravinelandskap på Østlandet.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Mørdrebekken i 2012?

Som vanlig ble det dyrket mye korn i Mørdrefeltet i 2012. Jordbruksarealet utgjør 65 % av nedbørfeltet, og i 2012 var det bygg på 53 % og havre på 19 % av jordbruksarealet. Alt kornet var vårsådd, og mye av såinga skjedde uvanlig seint - etter 23. mai 2012. Det ble dyrket poteter på 5 % av jordbruksarealet og produsert noe ferdigplen. Det var lite husdyr i feltet og det ble nesten ikke spredt noe husdyrgjødsel. Det var en uvanlig våt sommer og høst; i løpet av månedene juni til oktober kom det 560 mm nedbør i feltet, mot normalt 340 mm i samme periode. Dette førte til en uvanlig høy avrenning i løpet av vekstsesongen.

Det ble brukt 36 ulike virksomme stoff av plantevernmidler i feltet. Ugrasmidler, særlig lavdosemidler, ble sprøytet på 83 % av jordbruksarealet, og soppmidler med virkestoffet protiokonazol ble sprøytet på 45 % av kornarealet. I løpet av høsten ble det pløyd på 22 % av jordbruksarealet. Dette er litt mer høstpløying enn det som har vært praktisert i Mørdrefeltet de siste 10 årene (gjennomsnitt 12 % høstpløying), men vesentlig mindre enn det som ble praktisert for litt lengre tid tilbake (gjennomsnitt 40 % høstpløying i årene 1992 til 1999).

## Tap fra Mørdrefeltet i 2012

Det ble målt et fosfortap på 844 g/daa jordbruksareal og et partikkeltap på 390 kg/daa jordbruksareal. Fosfortapet foregikk særlig i månedene juli til oktober, som hadde mye avrenning og høye fosforkonsentrasjoner, trolig på grunn av overflateerosjon med anrikning av fosforrikt finmateriale og fosforgjødsling i perioden. Det har aldri tidligere vært målt så høyt fosfortap i Mørdrefeltet. Det relativt høye fosfortapet må ses i sammenheng med at det var sein våronn og en kald og nedbørrik vekstsesong som ga redusert plantevekst og dårlig plantedekke. Nitrogentapet var på 2,75 kg/daa, litt over gjennomsnittet for overvåkingsperioden.

## Vannkvalitet i Mørdrebekken i 2012

Mørdrebekken hadde høyere konsentrasjoner av både fosfor og partikler enn tidligere. Middelkonsentrasjonen av totalfosfor (TP) var for perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 1195 µg TP/L, og middelkonsentrasjonen av partikler målt som suspendert stoff (SS) var i samme periode 544 mg SS/L. Det ble påvist plantevernmidler i syv av ni vannprøver med totalt 41 funn. Syv av de påviste plantevernmidlene hadde konsentrasjoner over antatt faregrense for kroniske miljøeffekter på vannlevende organismer (MF-verdi). Funn av protiokonazol destio i konsentrasjoner over MF-verdien gir grunn til bekymring på grunn av den økende bruken av protiokonazol mot *Fusarium* spp. i korn. Også skadedyrmiddelet imidakloprid ble påvist med en konsentrasjon over MF-verdien for stoffet.

# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra korn, grønnsaks- og potetarealer på Østlandet



Marianne Bechmann  
Bioforsk  
marianne.bechmann@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I syv av nedbørfeltene innhentes detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Formålet med overvåkingen er å dokumentere jordbrukets tilførsler av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, samt å studere sammenhenger mellom tiltaksgjennomføring og endringer i vannkvalitet over tid i jordbrukspåvirkede bekker. Programmet startet i 1992, men enkelte tidsserier startet tidligere.

## JOVA-overvåking av Heiabekken

Heiabekken renner igjennom et intensivt jordbruksområde med grønnsaks-, potet- og korn produksjon på Østlandet. Feltet tilhører vannområde Morsa i Vannregion Glomma. Heiabekken nedbørfelt har en størrelse på 1,6 km<sup>2</sup>, og et jordsmonn av sand, silt og leire. Overvåkingen i Heiabekken har pågått siden 2004, men de første årene inkluderte overvåkingen kun plantevernmidler. Resultatene fra overvåkingen i Heiabekken danner grunnlag for vurdering av risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer fra arealer med intensiv produksjon av korn, grønnsaker og potet på Østlandet.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Heiabekken i 2012?

Jordbruksarealet utgjør 60 % av nedbørfeltet, og i 2012 var det korn på 60 % og rotvekster på 23 % av jordbruksarealet, rotvekstene var dominert av rødbeter og potet. Høsting av rotvekster etterlater jorda åpen på vinteren og det gir risiko for stor erosjon. Det har vært en halvering av potetarealet gjennom overvåkingsperioden og det var registret om lag 200 dekar i 2012.

I 2012 ble det tilført totalt om lag 15 kg nitrogen/dekar og om lag 2 kg fosfor/dekar. Det ble gjødslet med både husdyrgjødsel og mineralgjødsel. Ca. 30 % av fosfortilførselen kom fra husdyrgjødsel. Gjennom overvåkingsperioden har det vært endring i gjødslingen med en topp i 2003-2004 hvor det ble tilført om lag 4,5 kg fosfor/dekar. Siden er mengden av tilført fosfor redusert, med en del variasjoner fra år til år. Det ble sprøytet med 43 ulike virksomme stoffer i 2012.

Ifølge nedbørnormalen for 1960-1990 faller det 829 mm nedbør på Rygge målestasjon. I året 2012/13 var det omlag samme nedbørmengde i feltet som med normalen. Oktober og november hadde litt mer nedbør og mars litt mindre nedbør enn normalen. Årsmiddeltemperaturen var litt høyere enn normalen.

## Tap fra Heiabekken i 2012

Tap av jordpartikler var i gjennomsnitt 14 kg/dekar i Heiabekken i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 og tilsvarende var tapet av fosfor 425 g/dekar. Tapene av fosfor og spesielt løst fosfat var betydelig høyere enn gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Tapet av nitrogen var 13 kg/dekar i overvåkingsåret 2012-2013, om lag som middel for overvåkingsperioden. Det er mistanke om at punktutslipp bidrar til de høye tapene av både fosfor og nitrogen.

Det ble påvist plantevernmidler i syv av ni vannprøver. 16 ulike plantevernmidler ble påvist, hvorav tre midler i konsentrasjoner over antatt faregrense for kroniske miljøeffekter på vannlevende organismer (MF).

## Vannkvalitet i Heiabekken i 2012

Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen i Heiabekken er generelt høye sammenlignet med det som måles i andre JOVA-felt. I 2012-2013 var konsentrasjonen av totalfosfor høyest i juni og fallende utover høsten. De meget høye gjennomsnittskonsentrasjonene i juni er målt ved lav vannføring og kan skyldes punktutslipp som generelt utgjør en større andel når arealavrenningen er lav.

# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Påvirkning fra grønnsaks- og potetarealer på Sørlandet



Marianne Bechmann  
Bioforsk  
marianne.bechmann@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I syv av nedbørfeltene innhentes detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Programmet startet i 1992, men enkelte tidsserier startet tidligere.

## JOVA-overvåking av Vasshaglona

Bekken Vasshaglona renner igjennom et intensivt jordbruksområde med grønnsaks-, potet- og kornproduksjon på Sørlandet. Feltet tilhører Nidelva vannområde i Vannregion Agder. Vasshaglonas nedbørfelt har en størrelse på 0,65 km<sup>2</sup>, og et jordsmonn der moldholdig sandjord dominerer. Overvåkingen i Vasshaglona har pågått siden 1990, men på grunn av feil ved vannprøvetakingen rapporteres næringsstoffavrenning først fra 1998. Resultatene fra overvåkingen i Vasshaglona danner grunnlag for vurdering av risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer fra arealer med intensiv produksjon av grønnsaker og potet på Sørlandet.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Vasshaglona i 2012?

Jordbruksarealet utgjør 60 % av nedbørfeltet, og i 2012 var det rødbeter på 23 % av jordbruksarealet. Høsting av rotvekster etterlater jorda åpen på vinteren og det gir risiko for stor erosjon. Det har vært en liten nedgang i potetarealet gjennom overvåkingsperioden. I 2012 ble det tilført totalt 20 kg nitrogen/dekar og 5 kg fosfor/dekar. Det ble gjødslet med både husdyrgjødsel og mineralgjødsel,

og om lag halvparten av fosfortilførselen kom fra husdyrgjødsel. Gjennom overvåkingsperioden har det vært endringer i gjødslingsnivået. Det nådde en topp i 2003-2004, da det ble tilført over 7 kg fosfor/dekar. Siden er mengden av tilført fosfor redusert, men det er variasjoner fra år til år. Det ble sprøytet med 33 ulike virksomme stoffer av plantevernmidler i 2012.

I følge nedbørnormalen for 1960-1990 faller det 1230 mm nedbør på Landvik målestasjon. I året 2012/13 var det om lag 10 % mer nedbør i feltet sammenlignet med normalen. Juni og desember var spesielt nedbørrike, mens januar, februar og mars var tørrere enn normalt. Årsmiddeltemperaturen var omtrent som normalen, men vinteren var noe kaldere enn for normalperioden.

## Tap fra Vasshaglona i 2012

Tap av jordpartikler var i gjennomsnitt 80 kg/dekar i Vasshaglona i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013, og tilsvarende var tapet av fosfor 512 g/dekar. Høyt fosforinnhold i jorda i Vasshaglona bidrar til at det er mye fosfor i partiklene som renner av fra feltet. Kun om lag 25 % av fosforet er løst fosfat, det vil si at det meste er partikkelbundet. Tapene av både partikler og fosfor var noe lavere enn gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Gjennomsnittet er høyt fordi det er påvirket av ett år (2000-2001) med mye nedbør og avrenning, men også en liten nedgang i potetarealet kan ha bidratt til å redusere erosjonen det siste overvåkingsåret (2012-2013). Tapet av nitrogen var 11 kg/dekar i overvåkingsåret 2012-2013. Det vil si om lag som middel for overvåkingsperioden.

Det ble påvist plantevernmidler i syv av ni vannprøver. I en blandprøve tatt ut i juni ble det påvist 6 ulike plantevernmidler, hvorav to midler i konsentrasjoner over antatt faregrense for vannlevende organismer. De to midler var soppmiddelet fenamidon og ugrasmiddelet metribuzin.

# Vannkvalitet i jordbruksbekker: Eng i Nord-Norge



Rikard Pedersen  
Bioforsk  
rikard.pedersen@bioforsk.no

JOVA er et nasjonalt program for jord- og vannovervåking i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i 10 jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I syv av nedbørfeltene innhentes detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Formålet med overvåkingen er å dokumentere jordbrukets tilførsler av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, samt å studere sammenhenger mellom tiltaksgjennomføring og endringer i vannkvalitet over tid i jordbrukspåvirkede bekker. Programmet startet i 1992, men enkelte tidsserier startet i 1991.

## JOVA-overvåking av Naurstadbekken

Naurstadbekken er en liten bekk som renner ut i havet. Målestasjonen til Naurstadfeltet (nedbørfeltet til Naurstadbekken) ligger omtrent 300 m oppstrøms utløpet av bekken, og nedbørfeltet er 1,5 km<sup>2</sup> med 42 % jordbruksareal. Jordsmonnet er grunn myr på siltig finsand. Feltet ligger i Bodø kommune i Nordland og har blitt overvåket siden 1994. Resultatene fra overvåkingen av Naurstadbekken kan brukes til å si noe om hvilken vannkvalitet en kan forvente i nordlige områder hvor grasdyrking dominerer.

## Hva skjedde i nedslagsfeltet til Naurstadbekken i 2012?

I 2012 ble 27 % av jordbruksarealet brukt som beite og 67 % var eng. Det har i overvåkingsperioden blitt noe mindre eng og mer beite. Gjødslingen var av det laveste som er registrert i feltet og gjødslingen er fordelt omtrent likt mellom husdyrgjødsel og mineralgjødsel. Veldig lite gjødsel ble spredt om høsten (etter 6. august).

## Tap fra Naurstad-feltet i 2012

Det ble målt et fosfortap på 340 g/daa jordbruksareal og et partikkeltap på 46 kg/daa jordbruksareal. Tapene var størst i februar og april for fosfor og i april for partikler. Februar og april var også de månedene med høyest avrenning. Nitrogentapet var på 2,17 kg/daa jordbruksareal, også det med høyest tap i februar og april. Tapene var generelt lave sammenlignet med middel for overvåkingsperioden.

## Vannkvalitet i Naurstadbekken i 2012

De årlige konsentrasjonene var for partikler 21 mg/l, fosfor 160 µg/l og nitrogen 1,2 mg/l. Konsentrasjonen av nitrogen var litt høyere enn middelet for 1994-2012 og av fosfor 50 % høyere, mens partikkelkonsentrasjonen var lavere enn middelet. Den høyeste konsentrasjonen av nitrogen kom i desember med 2,1 mg/l. Toppen for fosfor kom i januar med 617 µg/l, noe av det høyeste som er blitt målt i Naurstadbekken. Partikkelkonsentrasjonen var høyest ved snøsmeltingen i april, med en konsentrasjon på 47 mg/l.

# Risikovurdering av blandinger av plantevernmidler i vann



Karina Petersen<sup>1</sup>, Marianne Stenrød<sup>2</sup>  
& Knut Erik Tollefsen<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), <sup>2</sup>Bioforsk  
marianne.stenrod@bioforsk.no

I 2013 var mer enn 100 virksomme stoffer av plantevernmidler godkjent for bruk i Norge. Godkjenning av plantevernmidler skjer først etter en grundig risikovurdering, men denne gjøres for det virksomme stoffet og plantevernmidlet alene. Gjennom resultater fra Program for Jord og Vannovervåking (JOVA) vet vi at plantevernmidler oftest forekommer i blandinger i vannmiljø, og vannlevende organismer utsettes derfor for mulige toksiske effekter fra flere midler samtidig.

Her presenteres resultater fra en risikovurdering av målte konsentrasjoner av blandinger av plantevernmidler i bekkevann i JOVA-feltene i 2012. Det er gjort en kumulativ risikovurdering basert på allerede etablert kunnskap om effekter av plantevernmidler på vannlevende organismer. Disse dataene om effekt-konsentrasjoner for plantevernmidler på ikke-målororganismer som alger, krepsdyr, fisk og vannplanter er hovedsakelig hentet fra datamateriale fra godkjenningen av midlet, og er benyttet til å beregne antatte ingen-effekt konsentrasjoner (PNEC). Målte konsentrasjoner (MEC) av plantevernmidler i bekkevann er hentet fra de seks JOVA-feltene med overvåking av plantevernmidler.

JOVA-feltene med overvåking av plantevernmidler representerer utvalgte driftsformer i norsk landbruk og det er til dels store forskjeller mellom feltene med hensyn på hvilke midler som gjenfinnes i bekkevann og i hvilke konsentrasjoner. Siden gjenfinningen av plantevernmidler i bekkevann i stor grad styres av faktisk bruk av plantevernmidler i nedbørfeltet så er det også stor variasjon over tid i hvilke konsentrasjo-

ner som påvises. Det ble beregnet en risikokvotient (RQ) basert på summen av forholdet mellom målt konsentrasjon og beregnet ingen-effekt konsentrasjon (MEC/PNEC) for de påviste plantevernmidlene i hver prøve ( $RQ_{MEC/PNEC}$ ). Det ble også beregnet risikokvotienter for de ulike gruppene av vannlevende organismer ved å summere toksiske enheter (TU) til risikokvotienten  $RQ_{STU}$ , hensyntatt en usikkerhetsfaktor på 100. Terskelverdien for å vurdere om de målte konsentrasjonene utgjorde en risiko for vannlevende organismer ble satt til  $RQ > 1$ .

For åtte av totalt 56 analyserte vannprøver, ble det beregnet en  $RQ_{MEC/PNEC} > 1$ . Disse prøvene var fordelt på fire av de seks undersøkte feltene. Prøvene var typisk tatt ut i perioden fra slutten av juni til midten av august, som sammenfaller med perioden med mest sprøyteaktivitet. Også beregning av  $RQ_{STU}$  ga risikokvotienter over 1 for de samme fire feltene, og da i hovedsak på grunn av antatte effekter på vannplanter og/eller alger. Generelt var det kun et fåtall av de påviste plantevernmidlene som var bestemmende for den beregnede risikoen for effekter på vannlevende organismer.

Risikovurdering av blandinger av plantevernmidler er fremdeles på utviklingsstadiet, og det er behov for kontrollerte eksperimenter og utvikling av teoretiske konsepter for både å forbedre datagrunnlaget og verifisere modellene som benyttes for å beregne risiko. Resultatene fra denne og liknende studier viser at summen av forholdet mellom målt konsentrasjon og beregnet ingen-effekt konsentrasjon (MEC/PNEC) for alle plantevernmidler i en vannprøve kan gi en god indikasjon på mulig miljørisiko.

Prosjektet er finansiert av Mattilsynet med midler fra Landbruks- og Matdepartementet over Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014).

# Quinoa - tradisjonsrik vekst i ny kontekst



Susanne Friis Pedersen  
Bioforsk  
susanne.friis.pedersen@bioforsk.no

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) er en ettårig vekst som tradisjonelt er dyrket i Sør-Amerika. «Quinoa» betyr moderkorn, noe som viser at quinoa har høy status i indiansk kultur. Planten har vært dyrket i 6000 år, i dag står Bolivia og Peru for 90 % av produksjonen i verden. Variasjonen innen arten er stor, det finnes seks genbanker med 5000 tilganger på frø, av 66 ulike frøfarger. Disse er oppdelt i fem grupper etter tilpasning til høyde over havet og nedbørsmengde.

Frø kan sås ved lav jordtemperatur, i jevn jord og god fuktighet. Det trengs rundt 1 kg frø per daa. Et egnet vekstskifte er potet - quinoa - bønner/belgvekster - havre/gras. Nitrogenbehovet ved dyrking av quinoa er 10-15 kg N/daa. Husdyrgjødsel er velegnet, gjerne med tilførsel av kompost eller gressavklipp seinere i sesongen. Det anbefales minst to lukinger og tynning til 20-30 planter per m<sup>2</sup>.

Quinoa er robust mot skadegjørere, men under fuktige forhold og lav sommertemperatur kan det forekomme bladskimmel (*Peronospora farinosa*). Frøene høstes når de har blitt harde og bladene skifter farge til gult. Størrelsen på frøene bør være minst 18 mm. Modning under skandinaviske forhold har vist seg å være noe ujevn.

Det ble utprøvd fire sorter av quinoa ved Bioforsk Økologisk på Nordmøre i 2013. Sorter med hvite, røde og svarte frø importert fra Sør-Amerika og hvite frø fra danske forsøk var med i utprøvingen. De hvite og røde frøene spirte ikke, hverken ved såing i mai eller juni. De svarte frøene utviklet seg til store, kraftige planter, 150-160 cm høye, men frøene var myke og uten svart farge. De «skandinaviske» frøene fra danske forsøk gav planter på 60-100 cm, med

modne frø i 7-15 cm lange kolber. En regnværsperiode kort før høsting medførte sopp og råte og reduserte avlingen. Forventet avling per daa er 100-200 kg. Gjennomsnittlig avling i utprøvingen ble beregnet til 140 kg urensset frø per daa.

Quinoa er aktuell for glutenfritt kosthold. Tradisjonelt kokes quinoa til frokost, lunsj og middag eller brukes som snack eller drikke. Både blad og frø brukes. I dag brukes frø til bakervarer, pasta og spirer. Olje fra planten kan utvinnes til kosmetikk eller til terapeutiske formål. Quinoa av mindre god kvalitet kan være aktuell som fôr til fjørfe. Proteininnholdet i quinoa er på nivå med egg. Jerninnholdet er høyere enn i animalske produkter. Innholdet av kalsium, magnesium, sink, folat og vitamin A er høyere enn i mais, ris og hvete. Dessuten inneholder quinoa antioksidanter (vitamin E) på høyde med bokhvete. Innhold av saponiner hemmer imidlertid opptaket av protein og gir en bitter smak. For å fjerne saponiner vaskes og varmebehandles frøene før bruk.

FAO utropte 2013 til internasjonalt quinoa-år, blant annet på grunn av høyt næringsinnhold og stor tilpasningsevne til ulike klimatiske forhold. Et kosthold basert på proteiner fra planteriket kan mette flere mennesker med en lavere miljøbelastning enn et kosthold med mye animalske proteiner. Interessen for quinoa har økt. Eksporten fra Bolivia og Peru er økt fra 5000 til 40 000 tonn i årene 2005-2012. Økt interesse og god pris på quinoa har dessverre medført at lokale bønder selger den næringsrike quinoaen og kjøper mindre næringsrik mat til seg selv.

Quinoa-dyrking nærmere nye markeder vil redusere transporten og bedre den økologiske bærekraften i produksjonen. Flere tekniske, dyrkingsmessige og markedsmessige utfordringer må løses før produksjonen blir økonomisk bærekraftig, for eksempel rensing og avskalling av frø. Småskala dyrking av quinoa i hagekultur kan gi verdifull erfaring, før en starter dyrking i større skala. Dette kan samtidig gi mulighet for anvendelse av både blad og frø. Dermed understrekes motto for FNs internasjonale quinoa-år: *Quinoa - en fremtid sådd for tusen år siden!*



# Artsblandinger i eng



**Åshild Ergon**  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for Plantevitenskap  
ashild.ergon@nmbu.no

Det er relativt vanlig å bruke artsblandinger i engdyrking i Norge. Avlingene i blandingseng blir gjerne større og mer stabile i rom og tid enn reinbestander. Dette kan skyldes 1) at artene okkuperer ulike økologiske nisjer og derfor samla sett utnytter ressursene bedre, konkurrerer bedre mot ugras og kompenserer for hverandre alt ettersom hvilken art forholdene er mest gunstige for, 2) at en art har en direkte positiv effekt på en annen arts produktivitet, og 3) at sykdommer og skadedyr ikke så lett sprer seg når det er langt mellom vertsplantene. I tillegg er det en del fordeler ved det å inkludere engbelgvekster i eng - redusert behov for gjødsling, bedre jordstruktur og mer protein i fôret.

Det er viktig at artene og sortene i en blanding «passer sammen», dvs. at de egner seg under lignende klima, jordsmonn, høstingsystem og bruk av fôret, og at de påvirker hverandre på en positiv måte i forhold til produktivitet, varighet og fôrkvalitet. Foredling og verdiprøving av engvekster foregår i hovedsak i reinbestander. Vi risikerer dermed å gå glipp av viktige egenskaper som er av betydning i blandingseng. Med mer kunnskap om hvordan de ulike artene påvirker hverandres avlingsbidrag, ville vi kunne komponere bedre frøblandinger.

Som en del av EU-prosjektet Multisward er det på Ås gjennomført et feltforsøk med flerårig raigras, strandsvingel, hvitkløver og rødkløver dyrka i ulike blandingsforhold og i reinbestand. To ulike såtetter og to ulike høstingsregimer ble brukt. Forsøket ble etablert i 2010 og er avslutta i 2013. Avling, fôrkvalitet, varighet, lystgassutslipp, de enkelte artenes avlingsbidrag og populasjonsgenetiske endringer i rødkløveren er undersøkt. Overlever-populasjoner av rødkløver fra de ulike behandlingene er samla inn og egenskaper som har blitt selektert i felt ved naturlig utvalg skal undersøkes nærmere i NFR-prosjektet Agropro.

## Referanser

- Bleken, M.A., Ergon, Å. & Rognli, O.A. 2013. Species mixtures - nitrous oxide emissions after application of synthetic urine. *Grassland Science in Europe* 18:162-164.
- Ergon, Å., Bleken, M.A., Lunnan, T., Skjelvåg, A.O. & Rognli O.A. 2013. Species mixtures - dry matter yield and herbage quality as affected by harvesting frequency under low N supply. *Grassland Science in Europe* 18:204-206.

# Endringar i bruk av slåttemark i eit kystlandskap 1969-2010



Pål Thorvaldsen  
Bioforsk  
pal.thorvaldsen@bioforsk.no

Prosjektet «Utvikling og tilpassing av arealekstensive driftsformer i vestlandsjordbruket for å ivareta eit ope kulturlandskap» under AREAL-programmet i NFR vart avslutta i 2011. Resultata frå prosjektet vil verte publisert i eigen rapport venta ferdig vinteren 2014. I eit delprosjektet ønskte ein å dokumentere endringar i arealbruk i det småskala jordbrukslandskapet på kysten av Vestlandet gjennom perioden 1969-2010. Til studieområde blei det valt ut eit område i Lindås (18 km<sup>2</sup>) og eit i Bremanger (12 km<sup>2</sup>). Delprosjektet var eit GIS-studie med tolking av flyfoto som viktigaste datakjelde.

Som ein del av dokumentasjonen av landskapsendringane blei det sett spesielt på omfanget av overflate-dyrka og udyrka eng nytta til slått i 1969, og endringar i bruken av desse areala gjennom studieperioden. Det er to viktige årsakar til at slike areal vart prioriterte. Dei kan potensielt ha stor biologisk verdi, og samstundes er det i desse areala ein i dag kan spore verknaden av tidligare tiders arealbruksendringar. Ved å undersøke endringane dei har vore gjennom kan ein seie korleis landskapet kan komme til å utvikle seg framover i desse delane av landet, der jordbruket i dag står framfor store endringar og mykje slåttemark står i fare for å få endra bruk. Resultata synte stort tap av arealkategorien, av 144 lokalitetar finn ein i dag berre ein att med tilnærma opphavleg bruk. Ein finn størst sannsyn for overgang til skrotemark (28 %), blandingsskog (20 %) eller beite (18 %). Elles finn ein 12 % sannsyn for irreversibel arealbruksendring, i dette høvet hovudsakleg til bustadfelt, samferdsel eller gardstun.

Verknaden av eit sett geografiske drivarar på bruksendring i all eng nytta til slått gjennom studieperioden, vart analysert ved logistisk regresjon i eit av områda. Før analysane vart datasettet testa for multikolinearitet mellom forklaringsvariablane ved å berekne Variance Inflation Factors (VIF), og det blei funne låge verdiar. Den tilpassa modellen vart validert ved Goodness-of-fit testar, plotting av ROC-kurver og gransking av heatmapstatistikk. Ein fann at dei to variablane «skiftestorleik» og «distanse til aktivt driftssenter» hadde stor innverknad på arealbruken i 2010 i høve til referansetidspunktet i 1969. For kvart tiande daa skiftet auka fann ein 2,6 gongar så høgt sannsyn for at drifta var oppretthalden. Vidare fann ein at sannsynet for opphør av slått var 2,5 gongar større i eit skifte som låg 1 km frå eit driftssenter enn eitt som berre låg 100 m unna. Det var likevel hellingsgrad større enn 1:5 som synte størst oddsratio. Variabelen var koda som ein dummyvariabel og ein fann at eit skifte med helling meir enn 1:5 hadde heile 12,9 gonger så stor odds for å ha fått endra arealbruk som eit skifte med mindre helling. Vidare fann ein òg at eigenskapar ved skifta som kantkompleksitet, avstand frå hovudvei og helling mellom 1:3 og 1:5 var variablar som alle var signifikant assosiert med endra arealbruk.

Resultata frå studiet indikerer at ein gjennom moderniseringa av landbruket har fått ei avskaling av areal som ikkje er eigna for maskinell hausting og som er lokalisert langt frå garden. Det er ein klår tendens til at når det blir overskot på innmarksareal så er det dei best eigna skifta som vert drivne vidare. Faktorar som transportkostnader og tidsbruk er viktige avvegingar gardbrukaren gjer dersom han er i ein situasjon der han kan velje mellom ulike skifter av tilgjengeleg slåttemark. Med dagens nedlegging av gardsbruk i desse områda, er det vanskeleg å sjå for seg at ein unngår ei framtidig storstilt arealbruksendring med påfølgjande attgroing av slåttemark, dersom ikkje tiltak vert sett i verk for å betre den økonomiske situasjonen for landbruket slik at fleire finn det attraktivt å utøve slik næringsverksemd.

# The Norwegian Latin American Seaweed Network-LATIN SEAWEED network



Céline Rebours<sup>1</sup>, Leila Hayashi<sup>2</sup>, Eliane Marinho-Soriano<sup>3</sup>, Julio A. Vasquez<sup>4</sup>, Daniel Robledo<sup>5</sup>, Paul Kradolfer<sup>6</sup>, Gonzalo Soriano<sup>7</sup>, Raul Ugarte<sup>8</sup>, Maria Helena Abreu<sup>9</sup>, Grete Hovelsrud<sup>10</sup>, Ingrid Bay-Larsen<sup>10</sup>, Rolf Rødven<sup>1</sup>, José A. Zertuche-González<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Aquaculture Department, Federal University of Santa Catarina, Brazil, <sup>3</sup>Department of Oceanography and Limnology, Federal University of Rio Grande do Norte, Brazil, <sup>4</sup>Facultad de Ciencias del Mar, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Aridas, Universidad Católica del Norte, Chile, <sup>5</sup>Cinvestav-IPN, Department of Marine Resources, México, <sup>6</sup>PSW SA, Perú, <sup>7</sup>Soriano SA, Argentina, <sup>8</sup>Acadian Seaplants Ltd., Canada, <sup>9</sup>ALGApplus Lda, Portugal, <sup>10</sup>Nordland Research Institute, Norway, <sup>11</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, México  
celine.rebours@bioforsk.no

Due to their ecological significance for coastal ecosystems, any overexploitation of seaweeds will have harmful ecological, economical and finally social consequences, especially on small coastal communities. National regulations should be established for best practices on seaweed harvesting, management and cultivation and this knowledge should be passed on to the coastal communities, which should make seaweed an opportunity for sustainable income.

RTD's and SME's representatives from Norway, Argentina, Brazil, Canada, Chile, México, Peru and Portugal met in May 2012 in Norway to discuss the organization and management of the seaweed industry in Latin America. The group decided to form a common working frame in order to support the development of the Latin American seaweed sector.

The first collaborative action was to create an industry/academia network to encourage cooperation amongst the seaweed stakeholders across the project area. This LATIN SEAWEED network has been

very productive in its first year, having organized a second meeting in March 2013 at the XXI ISS 2013 ([xxiseaweedsymposium.org](http://xxiseaweedsymposium.org)) and with five peer-reviewed papers published. The consortium also met for a third meeting in Brazil at the occasion of the CLABA conference ([clabaredealgas.ccb.ufsc.br](http://clabaredealgas.ccb.ufsc.br)). The LATIN SEAWEED Network was present at the NOLAN conference 2013 to inform the Nordic network of the planned activities. An application to the FAO is being prepared to organize a workshop entitled "Cultivation of Seaweeds in Latin America: strengthening academia and industry for species and market developments" in 2015. The aim of this workshop will be to encourage effective contributions between academia and industry acting in the Atlantic region in all aspects related to seaweed production, research, ecosystem services, management of artisanal and small-scale aquaculture, traditional and alternative market and economics.

In 2013, four new members have joined into the original steering committee (2 from Norway, 1 from Brazil and 1 from México) to strengthen the consortium's composition towards the Nordic network and to increase its interdisciplinary approach by combining natural, social and economic sciences. The group is now looking for financial support in order to recruit young researchers, who will be given the opportunity to work with highly experienced scientists and entrepreneurs.

The next step is to compile information from different regions in order to produce a wide-ranging policy study within the macroalgae sector related to the exploitation of natural resources and aquaculture. This analysis will translate into suggestions for best practice models and policies for a sustainable commercial utilisation of natural marine macroalgae resources and the development of seaweed aquaculture in Latin America and Norway. The poster will present the background, achievements and future working goals of the Latin Seaweed network.

# Seaweed – a resource for organic farming



Céline Rebours<sup>1</sup>, Susanne Friis Pedersen<sup>1</sup>, Ingunn Øvsthus<sup>2</sup> & Michael Y. Roleda<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norwegian University of Life Sciences, Department of Plant and Environmental Sciences  
 celine.rebours@bioforsk.no

Traditionally, coastal communities worldwide have been using drift seaweed as soil amendment and fertilizer. This practice is, however, very limited among farmers in Norway where only few farmers collect autumn storm-cast seaweeds for agriculture. Collected seaweeds are left standing over winter either on the ground or in pit (McKinnon *et al.* 2000). The following spring, the compost, mostly from *Laminaria*, *Ascophyllum* and *Fucus* alone or mixed with animal manure, is ready for use in different small-scale farming of berries, corn, potatoes, vegetables and green fodders. Nowadays meals (mostly dried and milled *Ascophyllum*, *Ecklonia* and *Fucus*) are also sold as soil additives.

The fertilizing effect of composted seaweeds is dependent on their biochemical composition, mineralization pattern and the synchronization of the mineralization of nutrients with the crops demand. At the same dried weight, fresh seaweed contain similar amount of nitrogen as farmyard manure; seaweeds however contain higher potassium level and lower phosphorus content. Composting of purely drift seaweed converted 70 % of the biomass into organic compost consisting of 2.3 % nitrogen, 0.86 % phosphorus, and 1.8 % potassium (Haq *et al.* 2011). Besides fertilizing effect, seaweed compost can act as soil conditioner. Insoluble carbohydrates, i.e. alginates in brown seaweed, improve soil structure and stability as well as aeration, especially in clay soils. The alginate-enhanced soil will have improved moisture retention properties and can hold large quantities of rainwater, which they slowly give off during a dry period. The effects on soil moisture

retention is similar in all soils. Moreover, soil loss by runoff can be prevented in seaweed-enhanced soil, making cultivation of steep slopes possible.

For the last 60 years, seaweed-derived liquid extracts have been also commercially available worldwide (Craigie 2001) and extensively used as fertilizer by horticulturists, gardeners, farmers, and orchardists to enhance plant growth and fruit yields. They contain osmolytes (e.g. betaine), hormones (e.g. auxin, cytokinin abscisic acid, ethylene, gibberellin), polysaccharides (e.g. fucoïdan, alginic acid, carrageenan, agar) and minerals (e.g. calcium carbonate). Used as foliar spray, soil conditioner and seed soak before sowing; these extracts give resistance to numerous stresses such as frost, insect's infestation, viral and fungal diseases. Addition of seaweed-derived liquid extracts enhance soil quality and microbial activity. The positive effects of the use of seaweed in organic farming are recognised and their utilization is authorized for organic production under some restrictions (Mattilsynet, 2009).

## References

- Craigie 2001. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23:371-393.
- Haq, T., Khan, F.A., Begum, R., & Munshi, A.B. 2011. Bioconversion of drifted seaweed biomass into organic compost collected from the Karachi Coast. *Pakistan Journal of Botany* 43(6): 3049-3051.
- Mattilsynet 2009. Veileder til forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter og næringsmidler, av 4. oktober 2005, nr. 1103. Veileder B - Utfyllende informasjon om økologisk landbruksproduksjon. Sist endret 28.05.2009. (in Norwegian)
- McKinnon, K., Holm, A. & Henriksen, T. 2000. Tang som gjødsel: praktiske erfaringer og forsøk. *NORSØK - GAN Forlag AS*, 30p. (in Norwegian)

# Seaweed diseases – unknown threats to the Norwegian seaweed industry



Michael Y. Roleda, Maria Herrero, Céline Rebours, Erik Lysøe, Christian Bruckner, Marte Meland, Merete Wiken Dees, Dag-Ragnar Blystad, Stig A. Borgvang, Åsbjørn Karlsen, Arne Hermansen & Margarita Novoa-Garrido  
Bioforsk  
michael.roleda@bioforsk.no

The use of seaweed as food has been traced back to the 4<sup>th</sup> century in Japan and the 6<sup>th</sup> century in China. It is also used as ingredient for the food and cosmetic industries, and as fertilizer and animal feed additive. The 50 % increase in global seaweed industry from 8 Mt in 1997 to almost 19 Mt in 2011 has an equivalent value of US\$10 billion. Among the top producers in 2011, China is by far the largest, followed by Indonesia, the Philippines, Japan and Korea.

The Norwegian seaweed industry has been reliant on the sustainable harvesting of natural stock of *Ascophyllum nodosum* and *Laminaria hyperborea*. However, the increasing interest and demands for algal biomass for their diverse high value commercial products lead to national aquaculture development initiatives for economically important species, e.g. *Saccharina latissima*.

Seaweeds host a rich diversity of associated microorganism, including bacteria, fungi, and viruses. Some interactions have functional significance in algal morphological development and chemical defense. However, unfavorable environmental conditions may alter the beneficial or innocuous relationship between the host and the associated microbial community, rendering the latter to become pathogenic.

Intensive seaweed aquaculture can favor outbreak of diseases that may cripple the seaweed industry. For example, the outbreak of ‘ice-ice’ disease caused by a bacterial pathogen among the carrageenan-producing *Kappaphycus* and *Eucheuma* species had significant economic losses and social impacts among

seaweed farmers in the Philippines, Indonesia and Tanzania. Pathogenic bacteria is also responsible for a number of diseases among farmed kelps (e.g. *Laminaria* and *Undaria* species), traditionally consumed as food in China, Japan, and Korea.

Viral infections have been reported in a number of filamentous brown seaweeds. Virus-like particles has also been observed in red seaweeds, e.g. *Audouinella savianum* (= *Acrochaetium savianum*) and in a *Gracilaria* species, an important genera cultivated as source of food-grade agar. No virus infection has yet been reported for green seaweeds.

Moreover, for the most valuable *Porphyra* (nori) culture industry, approximately worth USD 1.5 billion, 10 % of the annual production is lost due to the fungal pathogens *Olpidiopsis* spp. and *Pythium* spp. Recently, a *Pythium* species was for the first time observed and isolated from a green seaweed in Norway (Herrero unpublished data). This discovery indicates a clear and present danger of a potential pathogen that may crossover and infect other economically important seaweed species.

For the growing Norwegian seaweed enterprises and aquaculture development programs, it is of utmost importance to understand the possible threats of pathogenic microorganisms to avoid potentially large-scale losses to the industry. In this regard, a research initiative is underway to investigate the diverse microbial communities associated with economically important species. Understanding the role of seaweed microbial communities as benign symbionts and as pathogens in seaweed populations and communities will have considerable impacts on marine biomass production and management strategies.

# Bruk av teknologi i moderne husdyrhold - etologi og produksjon



Lise Aanensen, Grete Meisfjord Jørgensen & Vibeke Lind  
Bioforsk  
lise.aanensen@bioforsk.no

Økt fokus på dyrevelferd både i Norge og ellers i Europa har medført endringer i regelverket for norsk dyrevelferd. De siste tiårene har det skjedd en rivende teknologisk utvikling i norsk husdyrproduksjon, og vi har hatt en omfattende omstrukturering og rasjonalisering.

Kravet om løsdrift og forbudet mot nye båsfjøs har ført til at mange mindre melkebruk er lagt ned, og flere av de som er igjen har slått seg sammen i større samdrifter. De fleste samdriftene har investert i større enheter med løsdrift, automatiske melkesystemer (AMS) og automatisk fôring av dyra. I Norge har denne utviklinga gått veldig fort og ingen nordiske land har i dag flere AMS fjøs enn Norge. Mange norske melkekyr flytter nå inn i store nybygde løsdriftsfjøs fulle av teknologi som skal gjøre bondens hverdag lettere.

Bioforsk Nord Tjøtta har undersøkt hvordan kua takler overgangen fra båsfjøs til løsdriftsfjøs. Hvordan påvirkes produksjonen og dyrevelferden i overgangsfasen og tidene etterpå, og hva/hvor er risikofaktorene for utvikling av «taper-kyr»?

Vi fulgte kyr fra to besetninger i flytteperioden fra båsfjøs og inn i et nybygd løsdriftsfjøs med AMS. Kyrnes adferd ble registrert ved hjelp av videoovervåking første måned etter flytting. Stå/liggetid og antall steg, før og etter flytting, ble registrert vha. aktivitetsmålere. Reinhet, hudskader, klauvhelse og melkeproduksjon ble registrert på individnivå på bås (før flytting), og etter henholdsvis 8 og 22 uker i løsdriftsfjøset. I tillegg ble mulige problemområder i kutrafikken og tilvenningsprosessen til det

automatiserte løsdriftssystemet kartlagt. Forskjeller i individuell reinhet og klauvhelse mellom båsfjøs og løsdrift ble analysert ved hjelp av parvise t-tester i statistikkprogrammet Minitab 16.

Vi fant at overgangen fra båsfjøs til løsdrift var krevende for enkelte kyr. Noen valgte å legge seg i skrapearealet i stedet for i liggebåsen og enkelte kyr ble «fanget» i ventearealet foran melkeroboten fordi de ikke turte å gå inn i roboten alene. Kyrne var reinere på bein ( $P < 0,05$ ) og bakpart ( $P < 0,01$ ) i båsfjøset enn etter 22 uker i løsdriftsfjøset. Rett etter flytting økte andelen hudskader betraktelig, antagelig som følge av økt aktivitet og sosiale interaksjoner. Etter 22 uker i løsdrift var de fleste dyra helt uten hudskader. Kun på bakbeina kunne en finne hårløse områder. Klauvhelsen i besetningen var generelt god. Gjennomsnittlig liggetid per døgn før flytting var 55 %. En uke etter flytting lå kyrne i gjennomsnitt ca. 50 % av døgnet og allerede en måned etter flytting lå kyrne nesten 60 % av døgnet. Enkelte individer økte sin melkeproduksjon uavhengig av laktasjonsnivå (tidlig eller seint i laktasjonssyklus) mens andre fikk sterk nedgang i produksjonen i overgangen fra båsfjøs til løsdriftsfjøset med robotmelking. Kyr som ikke tilpasset seg melkerobot og løsdriftssystem ble utrangert eller solgt som livdyr.

Ny teknologi kan hjelpe bonden med bedre kontroll av jurhelse, melkeproduksjon og kraftfôropptak. Det er imidlertid lett å miste oversikten over enkelt dyr og bonden bør derfor legge inn gode kontrollrutiner slik at potensielle problemer blir oppdaget og behandlet på et tidlig stadium. Overgangen fra båsfjøs til løsdrift kan være tøff, særlig for lavt rangerte dyr og en egen avdeling med separat inngang til melkeroboten for dyr med særskilte behov kan trolig være en god løsning for framtidens løsdriftsfjøs.

# Kalveoppdrett i økologisk melkeproduksjon



**Julie Føske Johnsen**  
Veterinærinstituttet, Seksjon for  
sykdomsforebygging og dyrevelferd  
julie.johnsen@vetinst.no

I økologisk husdyrhold legges det vekt på at dyra får utøve naturlig atferd. I motsetning til konvensjonelle kalver som kan stå i enkeltbunge til de er 8 uker, skal den økologiske kalven oppstalles sammen med andre kalver allerede etter én uke. Dette tilgodeser mange av kalvens sosiale behov. I økologisk melkeproduksjon skal kalven die mor i minst 3 dager etter fødselen, og enkelte lar kalven gå med kua i flere uker. Kalvene får også "ordentlig" melk i hele 12 uker etter fødselen, siden melkeerstatning ikke skal brukes. Men også i økologisk produksjon tas kalven tidlig fra kua, vanligvis etter 3 dager.

Separasjon fra kua skjer dermed betydelig tidligere enn i naturen, hvor ku og kalv vanligvis går sammen i 8-9 måneder. Det tette båndet mellom ku og kalv må brytes samtidig som kalven oftest må lære å drikke melk på annet vis. Vi ønsket å finne ut hvordan melkebøndene mener separasjon av ku og kalv påvirker dyras velferd. En spørreundersøkelse om kalveoppdrett i økologisk produksjon ble distribuert via e-post til 157 norske og 119 svenske økologiske melkeprodusenter i løpet av høsten / vinteren 2011. 83 norske (53 %) og 47 (40 %) svenske økologiske bønder, totalt 131, svarte.

De aller fleste (92 %) rapporterte at kalvene diet i råmelkperioden, i samsvar med regelverket. 26 % av produsentene lot kalven die utover råmelkperioden. Bønder som lot kalven die lenger enn råmelkperioden, svarte at de trodde diekalver var mer robuste (dvs. sunnere, sterkere, mer levedyktig og tåler mer). De fleste som svarte var enige om at kyr og kalver viser tegn på stress etter separasjon og at denne varer i henholdsvis tre og to dager.

Bøndene ble presentert for en rekke påstander om diing og separasjon av ku og kalv, der de skulle tilkjennegi sin enighet/uenighet på en skala fra 1-7. Nesten halvparten av de spurte var uenige i at kalven bør skilles fra kua umiddelbart etter fødselen, men et stort flertall ønsket at dette bør være valgfritt og ikke en obligatorisk regel. Meningene var delte om hvordan separasjonen praktisk bør utføres. Spesielt gjaldt dette hvorvidt ku og kalv er roligere om de kan slikke, høre og se hverandre etter separasjon. Separasjonen bør også skje brått i motsetning til gradvis. Respondentene var enige i at det å holde kalven mett i dagene etter separasjon, kan redusere kalvens atferdsmessige reaksjon. Bønder uttrykte også at kua lider mer av å separeres fra kalven enn motsatt.

Respondentene var enige om at rauting reflekterte at ku og kalv hadde dannet et sterkt bånd til hverandre. Videre ble bøndene spurt om de trodde rauting i dagene etter separasjon betydde dårlig dyrevelferd. De fleste var imidlertid uenige i dette.

Nesten alle respondentene var enige om at diing i råmelkperioden innebærer en god start for kalven. Når bøndene ble spurt om å veie de positive effektene av diing mot stress ved separasjon, var bøndene stort sett enige om at de positive effektene av diing veier tyngst, både for ku og kalv.

Undersøkelsen har vist at økologiske produsenter har klare meninger om diing og separasjon, selv om disse ikke alltid er sammenfallende. Bøndenes kunnskap om ulike metoder å ha ku og kalv sammen på, samt å separere dem, er benyttet i videre forskning innen temaet. Dette er nødvendig for å finne frem til dyrevennlige og samtidig praktiske og økonomisk forsvarlige diesystemer i melkeproduksjon.

# Mjølkeproduksjon i økologisk landbruk - langtidstudier på Tingvoll gard



Turid Strøm  
Bioforsk  
turid.strom@bioforsk.no

Langtidstudier på Tingvoll gard viser at det er mulig å oppnå høy ytelse ved moderat bruk av kraftfôr, med god mjølke kvalitet og lite sjukdom i økologisk mjølkeproduksjon.

Tingvoll gard ligger på Nordmøre og eies av Norsk senter for økologisk landbruk. Plante- og mjølkeproduksjon på garden ble gradvis omlagt til økologisk drift, og ble godkjent økologisk i 1994. Mjølkekubesetningen består av rasen Norsk rødt fe (NRF). Denne rasen ble valgt fordi en ønsket å se hvordan rasen greide seg i et økologisk driftsopplegg med høy grovfôrandel i den totale fôrrasjonen. I 2006 gikk garden inn i samdrift med en annen gard. Mjølkekvoten økte fra 75 746 l i 1991 til 159 977 l i 2012. På bakgrunn av data fra kukontrollen i perioden 1991-2012 er resultat fra mjølkeproduksjon på Tingvoll gard sammenlignet med gjennomsnittet av henholdsvis alle økologiske mjølkeproduksjonsgarder og gjennomsnittet av alle mjølkeproduksjonsgarder (både økologiske og konvensjonelle) i Norge.

På Tingvoll gard økte antall årskyr fra 12,4 i 1991 til 21 i 2012. I samme periode økte kg energikorrigert mjølk (EKM) per årsku fra 5 054 til 8 455 kg og kraftfôrforbruket økte fra 17 til 22 FEm kraftfôr per 100 kg EKM. Utviklingen på Tingvoll gard tilsvarer den generelle utviklingen innen norsk konvensjonell og økologisk mjølkeproduksjon i denne perioden. I gjennomsnittet for alle norske mjølkeproduksjonsgarder økte kg EKM per årsku fra 6 159 i 1991 til 7 509 i 2012. Kraftfôrforbruket økte i samme periode fra 26,5 til 30,5 FEm per 100 kg EKM. Gjennomsnittsyttelsen i alle norske økologiske

mjølkeproduksjonsbesetninger var i 2012 6 947 kg EKM. Kraftfôrforbruket var 25,9 FEm per 100 kg EKM.

Fram til 2002 var proteinprosenten i leverandørmjølka fra Tingvoll gard som regel under 3,2 %, som er grensen for tillegg og trekk i mjølkeprisen. For perioden 2002-2012 har det vært fire måneder med lavere proteininnhold enn 3,2 %. Fra 2002 er det kun en måned hvor kategori Elitemjølke ikke er oppnådd ved bedømmelse av lukt, smak, sporer og celletall.

Fôrrasjonene på Tingvoll gard har endret seg i løpet av registreringsperioden. Mens seks ulike fôrmidler ble brukt i 1996 er dette redusert til tre fôrmidler: surfôr, beite og kraftfôr, i 2012. Beiteandelen av det totale energioptaket ble redusert fra 36,8 % i 1996 til 13,9 % i 2012. Inntil 2011 beitet kyrne både dag og natt. Etter innflytting i nytt løsdriftsfjøs i 2011 beiter kyrne på dagen og fôres inne om natta.

Dominerende kalvingstidspunkt har endret seg gradvis fra vår og tidlig sommerkalving i perioden 1991-2006 til kalvinger fordelt over hele året i perioden 2010-2012.

Kyrne på Tingvoll gard var i perioden 1992-2002 vesentlig eldre enn gjennomsnittet av alle norske kyr. Etter 2002 har alderen på kyrne på Tingvoll gard vært om lag på samme nivå som gjennomsnittet av kyrne i landet.

Fruktbarhetsstatusen (FS-tallet) i besetningen på Tingvoll gard har variert fra år til år. I enkelte år har det vært problemer med å få kalv i kyrne.

Det har generelt vært lite sjukdom på mjølkekyrne på Tingvoll gard, men enkelte år har mye mastitt vært et problem. Forekomsten av mastitt er redusert etter innflytting i nytt fjøs i 2011. I perioden 1996-2002, da kyrne var på det eldste; 5-6 år gamle, var det også en del tilfeller av mjølkefeber.



## Bruk av NoFence på tamrein



Grete H.M. Jørgensen & Svein Morten Eilertsen  
Bioforsk  
grete.jorgensen@bioforsk.no

Ulike systemer for virtuelle gjerder til husdyr har vært utprøvd på verdensbasis i over førti år. NoFence er et slikt gjerdesystem som bruker GPS-koordinater til å kontrollere husdyr innenfor «lovlige» områder og utenfor «ulovlige» områder. NoFence er utviklet i Norge og benytter seg av lyd-signaler som forsterkes av strømimpulser hvis dyret passerer virtuelle gjerdegrensene. Systemet har tidligere vært utprøvd på sau, geit og storfe under kontrollerte forhold. Utprøvinger på småfe viser at sau og geit trolig kan lære seg systemet. Flere utprøvinger og forbedringer av klavene må til før en kan fortsette med utvidede læringsforsøk innen de andre dyreartene.

Her presenteres resultater fra to utprøvinger av NoFence virtuelle gjerder på reinsdyr. I 2011 ble prototype 1, og i 2013 ble prototype 2 testet på tamrein i et gjerdeanlegg i Umbukta i Rana kommune. Formålet med forsøkene var å prøve ut NoFence-systemet og registrere effekten av systemet på atferd og velferd hos rein. I 2011 og 2013 ble hhv. seks og åtte voksne dyr merket, påmontert NoFence-klaver og satt inn i gjerdeanlegget. Dyrene ble tildelt fôr én gang per dag og forsøkene varte i hhv. fire og tre dager. Den virtuelle gjerdegrensen ble satt godt utenfor gjerdeanlegget og kun i den ene enden av innhegningen var den virtuelle gjerdegrensen satt innenfor det fysiske gjerdet. Begge forsøk hadde en tilvenningsfase, én dag med observasjon av normalatferd og én dag med observasjon av atferd da det fysiske skillegjerde ble åpnet. Dyrenes individuelle adferd og avstand til gjerdelinjen ble registrert hvert femte minutt. Adferdsmønster ved kryssing av den virtuelle gjerdelinjen ble registrert

kontinuerlig. Logg-data over utløste lyd- og strømsignaler samt GPS posisjoner fra NoFence-klaven ble senere sammenlignet med adferdsregistreringer og videoopptak.

Med prototype 1 viste reinen ingen tegn til ubehag eller endret adferd som følge av forsering av den virtuelle gjerdegrensen. Forsøksdyrene sirkulerte i sonen for lyd og strømsignaler i lengre perioder, uten å endre adferd. Da det fysiske skillegjerdet ble åpnet gikk hele flokken gjennom gjerdet. To av seks klaver sluttet å logge data i løpet av forsøket og en klave hadde ufullstendige data.

Med prototype 2 holdt reinen seg i god avstand fra den virtuelle gjerdegrensen første dag og kun ved få anledninger passerte dyrene gjerdegrensen. NoFence-loggen kunne nå leses på internett og viste til en hver tid hvilke klaver som fungerte og ved hvilket tidspunkt klavene hadde utløst lyd og strømsignaler. Ved tre anledninger ble 2-3 klaver byttet på grunn av tekniske problemer. Dyrene roet seg ned i forsøksinnhegningen og hele  $16,5\% \pm 2,8\%$  (gj.sn.  $\pm$  SEM) av observasjonene var liggeadferd første dag. Dyrene brukte mer tid i nærheten av den virtuelle gjerdelinjen på dag to og sirkulerte lengre perioder inne i sonen for lyd og strømsignaler uten å vise store tegn til ubehag fra NoFence-klavene. Da det fysiske skillegjerdet ble åpnet gikk hele flokken gjennom gjerdet uten å nøle. Analyser av videoopptak viste at flere individer ristet på hodet og skvatt til da strømstøt ble utløst, men reinen endret ikke retning eller stoppet opp som følge av lyd- og strømsignalet.

Konklusjon: NoFence-systemet må bli enda mer driftssikkert og gjennomgå flere fysiske og tekniske endringer for å imøtekomme reindriftens behov og reinens adferd og levevis. Kontrollerte læringsforsøk bør gjennomføres når systemet er ferdig tilpasset reinsdyr.

# Tap av lam på beite - med fokus på jerv, gaupe og rødrev



Inger Hansen & Rolf Rødven  
Bioforsk  
inger.hansen@bioforsk.no

Nesten to millioner søyer og lam blir sluppet på utmarksbeite i Norge hvert år, 125 000 av disse kommer aldri tilbake. Mortalitet grunnet predasjon av fredet rovvilt er økende i mange områder og miljøforvaltningen betaler årlig ca. 75 millioner kroner i erstatning for rovvilt drepte sauer. Tap av sau kan også skyldes ulykker og sykdom, og sammenhengene mellom tapsårsaker er komplekse. En tapsundersøkelse på Tjongsfjordhalvøya i 2006, viste bl.a. at selenmangel i flere tilfeller var sekundær årsak til lammetap. Dette medførte sannsynligvis at lammene ble et lettere bytte for rødrev, som stod for 52 % av de dokumenterte tapene i denne undersøkelsen. Kombinasjonen koksidiøse og sporstoffmangel er spesielt uheldig fordi koksidiene bidrar til at lammene tar opp mindre næring, slik at også mineralopptaket blir ekstra dårlig. De senere år har fluelarver og flått vist seg å kunne være en betydelig årsak til tap av lam på beite.

I denne studien har vi reanalysert data fra mortalitetsundersøkelser ved bruk av såkalte «dødsvarsler» i perioden 2002-2011, utført av Hansen med flere. Målet var å dokumentere karakteristiske trekk ved lam som er drept av jerv, gaupe og rødrev, og å finne driftsrelaterte faktorer som kan være av betydning for lammedødeligheten på sommerbeite.

Totalt 1164 lam fra fire ulike beiteområder (Beiarn og Tjongsfjord i Nordland og Krødsherad og Flå i Buskerud), fordelt på 15 besetninger inngår i analysene. Fødselsvekt, slippvekt, høstvekt, kjønn,

alder til mor, kullstørrelse, og dødsårsak er registrert for alle lam. Generelle lineære modeller ble brukt for å analysere hvordan slippvekt, kjønn og kullstørrelse og interaksjonene mellom disse influerte sannsynligheten for overlevelse.

I Beiarn var jerv den dominerende årsak til tap av lam på beite, i Tjongsfjord var rødrev hovedårsak, mens i Krødsherad og Flå forårsaket gaupe den altoverveiende del av lammetapene. Resultatene viser at i beiteområdet med jerv var sannsynligheten for overlevelse ikke influert av slippvekt, mens i områdene med gaupe (Krødsherad: -0,78, 95 % CI [0,22, 1,48]; Flå: 0,13, 95 % CI [0,04, 0,23]), og særlig i området med rødrev (Tjongsfjord: 0,17, 95 % CI [0,03, 0,31], økte overlevelsen med økende slippvekt hos lammene. Mortalitetsstudiene viste også at i besetninger med god drift og lite sykdomstap, kan opp mot 100 % av lammetapene (84-93 %) skyldes predasjon når sauene beiter i rovdyrutsatt område.

Disse resultatene indikerer at jo «svakere» predatoren er, jo viktigere er størrelsen på byttedyra. Følgelig kan det å slippe lam over en viss minimumsvekt være et godt forebyggende tiltak, spesielt i rødrevutsatte områder, mens dette ikke har avgjørende betydning for lammedødeligheten på beite i områder med jerv.

Mortalitet grunnet sykdom og rødrev (som er en jaktbar art) er noe sauebrukeren selv til en viss grad kan forebygge. De mest effektive tiltakene overfor fredet rovvilt er de som skiller husdyr og rovvilt i tid og rom, slik som rovviltavvisende gjerder, tidlig sanking (mot jerv) eller flytting fra skog til fjellbeite (mot gaupe). Flere av tiltakene innebærer imidlertid en omlegging av den tradisjonelle beitedrifta i Norge, med de ulemper dette kan medføre.

## Biofilm - en strategi for overlevelse



Lene K. Vestby<sup>1</sup>, Trond Møretrø<sup>2</sup>,  
Solveig Langsrud<sup>2</sup>, Even Heir<sup>2</sup>,  
**Live L. Nesse<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Veterinærinstituttet, <sup>2</sup>Nofima  
live.nesse@vetinst.no

Salmonella er en bakterieart som smitter via mat eller vann og kan gi sykdom både hos mennesker, dyr og fugler. I Norge har vi heldigvis få salmonellatilfeller både hos mennesker og husdyr, og hvert år bruker både offentlige og private aktører meget store ressurser på å opprettholde disse forholdene. Det er nødvendig å bekjempe salmonella i alle ledd i næringskjeden, og en viktig del av dette arbeidet er kontroll med fôr og fôrråvarer. Dessverre er fôrråvarer, spesielt importerte, ikke sjelden forurenset med salmonellabakterier, noe som stiller store krav til norsk fôrindustri. Salmonella-forurensing i fabrikker kan være både vanskelig og kostbart å bekjempe. Norsk fôrindustri har derfor siden 2000 gjennomført flere store forskningsprosjekter om dette i samarbeid med Norges forskningsråd, Veterinærinstituttet, Nofima og Universitetet i Oslo.

Resultatene viser at enkelte salmonella-stammer overlevde i fabrikkmiljø i mer enn 10 år til tross for regelmessig rengjøring og desinfeksjon. Dette skyldtes ikke at bakteriene var spesielt motstandsdyktige mot desinfeksjonsmidlene som ble brukt. De var heller ikke spesielt motstandsdyktige mot varme eller uttørring. Derimot viste det seg at stammer som overlevde lenge var spesielt gode til å danne biofilm. Biofilm er store samfunn av mikroorganismer som er pakket inn i et egen-produsert, beskyttende slimlag. Dette er den naturlige måten for bakterier å leve på. Når salmonellabakteriene var i biofilm kunne de overleve i svært lang tid, selv uten fuktighet og næring. De var også godt beskyttet mot desinfeksjon, og flere av de vanlig brukte desinfeksjonsmidlene hadde dårlig effekt på salmonellabakteriene i biofilm. Det er derfor sannsynlig at biofilm bidrar til at salmonella kan overleve så lenge i fabrikkmiljø.

# Biofilm - et miljø for spredning av farlige gener



Live L. Nesse<sup>1</sup>, Heidi Solheim<sup>1</sup>,  
Camilla Sekse<sup>1</sup>, Yngvild Wasteson<sup>2</sup>,  
Lene K. Vestby<sup>1</sup> & Anne Margrete  
Urdahl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veterinærinstituttet, <sup>2</sup>Norges  
veterinærhøgskole  
live.nesse@vetinst.no

Spesielle *E. coli* bakterier kan smitte mennesker gjennom mat og vann, og gi sykdom som varierer fra mild til alvorlig tarminfeksjon (blodig diaré) og den livstruende sykdommen HUS (hemolystisk uremisk syndrom). *E. coli* som produserer det farlige Shiga-toksinet gir de alvorligste symptomene. Drøvtyggere kan være bærere av sykdomsfremkallende *E. coli* typer, men det viser seg nå at bakteriene også kan overleve i andre miljøer i form av biofilm. Biofilm er store samfunn av mikroorganismer som er pakket inn i et egen-produsert, beskyttende slimlag. I biofilmen er de godt beskyttet mot stress som for eksempel tørke, temperatursvingninger og mangel på næring. Hvis sykdomsfremkallende *E. coli* danner biofilm i miljøer for matproduksjon kan dette medføre risiko for forurenset mat og sykdom hos konsumentene.

Vi fant at potensielt sykdomsfremkallende *E. coli* fra norske sauer dannet mye biofilm både på stål, glass og plast ved flere temperaturer (12, 20 og 37 °C), noe som klart øker bakterienes evne til overlevelse i matproduksjonsmiljøer. Enda mer urovekkende var det bakterier med toksingener var i stand til å spre disse genene til andre *E. coli* hvis de var i samme biofilm. På den måten ble en biofilm av ufarlige *E. coli* omdannet til et godt beskyttet reservoar av store mengder farlige *E. coli*. Dette er første gang det er vist at toksingener kan spres i biofilm.

# Biofilm - naturlig bekjempelse



Lene K. Vestby<sup>1</sup>, Kristin Berg<sup>1</sup>,  
Anne Aamdal Scheie<sup>2</sup>, Silvio  
Uhlig<sup>1</sup>, Tore Benneche<sup>2</sup>, Ingun  
L. Witsø<sup>2</sup> & Live L. Nesse<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veterinærinstituttet,

<sup>2</sup>Universitetet i Oslo

live.nesse@vetinst.no

Bakterier og andre mikroorganismer foretrekker som regel å leve i biofilm, det vil si i store samfunn som er pakket inn i et egen-produsert, beskyttende slimlag. De kommuniserer med hverandre og har en arbeidsfordeling. I biofilmen er de godt beskyttet mot ytre stress, for eksempel tørke, temperatursvingninger og mangel på næring, og kan tåle opp til 1000 ganger mer desinfeksjonsmidler, antibiotika og andre biocider enn når de er frie. Etersom bakterier i biofilm er så vanskelig å bekjempe er det stor interesse for å finne stoffer som hindrer dannelse av biofilm. Det er samtidig ønskelig at stoffene ikke dreper bakteriene, både fordi stoffene da antas å være mer miljøvennlige, og fordi det forventes at bakteriene i liten grad vil utvikle resistens mot dem.

Ikke uventet finnes det en rekke anti-biofilmstoffer som produseres av planter, ettersom planter må kunne beskytte seg mot biofilm. Vi har testet 3 kategorier stoffer/kilder til bioaktive molekyler.

- 1: Furanoner. Analogene vi testet ble opprinnelig oppdaget hos en alge (*Delicea pulchra*) på korallrevet utenfor Australia, men de kan også produseres av andre planter. Furanoner hevdes å hemme biofilm ved å blokkere bakteriekommunikasjon. Vi fant at furanonene reduserte biofilmproduksjon av *Salmonella* og *E. coli*. Tiofenoner er syntetisk fremstilte analoger av furanon, og vi har funnet at disse molekylene er enda mer effektive enn furanon til å hemme *E. coli* biofilm. De har også vist seg effektive mot *Staphylococcus epidermidis* som ofte er årsak til infeksjoner i forbindelse med medisinske implantater. Vi har også vist at tiofenon kan helbrede infeksjon forårsaket av *V. harveyi* i to typer reker.
2. INHIBIO. Dette er en gruppe små molekyler med opprinnelse i planteriket. De har ukjent virkningsmekanisme, men vi har funnet at de reduserer biofilmproduksjon hos en rekke bakteriearter. Molekylene er lite/ikke toksiske, og noen er til og med godkjent for bruk i mat og kosmetikk. De har også effekt når de er blandet i maling.
3. Ekstrakter fra tradisjonelle norske medisinplanter. Vi har testet ekstrakter fra fire forskjellige planter. Tre av dem viste god effekt mot biofilm av *Salmonella* og *E. coli*, og kan derfor være lovende kandidater for videre utprøving.

# Økende forekomst av cefalosporinresistente *Escherichia coli* i den norske slaktekyllingproduksjonen



Madelaine Norstöm<sup>1</sup>, Jannice S. Slette-meås<sup>1</sup>, Atle Løvland<sup>2</sup>, Solveig Sølvørød Mo<sup>1</sup>, Anne Margrete Urdahl<sup>1</sup>, Marianne Sunde<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Veterinærinstituttet, <sup>2</sup>Nortura  
 solveig.mo@vetinst.no

## Introduksjon og mål

I 2006 ble en *Escherichia coli* med ekstendert spektrum betalaktamase (ESBL) produksjon identifisert i en prøve fra en frisk slaktekylling i forbindelse med det norske overvåkingsprogrammet for antibiotikaresistens i mikrober fra dyr, mat og fôr (NORM-VET). Dette tydet på at slaktekyllingproduksjonen kunne være et reservoar for bakterier med resistens mot kritisk viktige antibiotika. I 2011 ble en selektiv metode for påvisning av ESBL/AmpC- produserende *E. coli* innført i NORM-VET programmet. Metoden ble brukt til screening av avføringsprøver fra slaktekylling, og en overraskende høy forekomst av ESBL/AmpC- produserende *E. coli* ble funnet. Den norske slaktekyllingproduksjonen er avhengig av import av avlsdyr og egg. Derfor har hele produksjonskjeden blitt undersøkt på forskjellige tidspunkter for å få et overblikk over forekomsten av ESBL/AmpC- produserende *E. coli* i hele kjeden. Målet med studien var å estimere forekomsten av ESBL/AmpC- produserende *E. coli* i den norske slaktekyllingproduksjonen fra 2011-2012.

## Materialer og metoder

Følgende nivåer av produksjonskjeden ble prøvetatt i 2011; importerte besteforeldre (n= 8), foreldrefokker (n= 64), slaktekyllingflokker (n= 252). I 2012 ble følgende nivåer prøvetatt; foreldreflokker (n= 120) og kyllingfilleter (n= 205). Prøvemateriale ble samlet inn ved hjelp av sokkeprøver (foreldredyr- og slaktekyllingflokker), kjøttprøver (5 g) og mekonium/kassepapir (daggamle kyllinger). Sokkeprøver ble oppløst i sterilt vann og sådd ut på MacConkey agar

med 1 mg/L cefotaxime og MacConkey agar med 2 mg/L ceftazidime. De andre prøvene ble oppformert i MacConkey buljong eller peptonvann i 24 timer før de ble sådd ut på selektive skåler. Platene ble inkubert i 24-48 timer på 37 °C. Positive kolonier ble valgt ut og bekreftet som *E. coli* med API 20 E (bioMérieux). Isolatene ble videre undersøkt med PCR og sekvensering.

## Resultater og konklusjon

Alle *E. coli* med cefalosporin-resistens hadde blaCMY-2 genet. Forekomsten av ESBL/AmpC- produserende *E. coli* varierte fra 8-43 % på de forskjellige nivåene av slaktekyllingproduksjonen, med høyest forekomst i slaktekyllingflokker og kyllingkjøtt.

Vi har vist at den norske slaktekyllingproduksjonen har en relativt høy forekomst av *E. coli* med resistens mot tredjegerasjons cefalosporiner. Dette er overraskende, da cefalosporiner ikke brukes til matproduserende dyr i Norge, og det derfor ikke forekommer seleksjonspress fra dette. Generelt er bruken av antimikrobielle midler, med unntak av coccidiostatika, i den norske slaktekyllingproduksjonen svært lav. Produksjonen avhenger imidlertid av import av avlsmateriale og egg. Resistente bakterier kan derfor ha blitt introdusert i produksjonskjeden via import. En lignende situasjon ses i Sverige ([www.sva.se](http://www.sva.se), SVARM rapporten).

Videre arbeid er planlagt i prosjektet «Økende forekomst av antibiotikaresistente bakterier i matproduksjonskjeden: epidemiologi og preventive tiltak mot ESBL- produserende *E. coli*» som startet i mai 2013.

# Siv - ny biologisk kunnskap



Wiktorija A. Kaczmarek-Derda<sup>1</sup>, Lars Olav Brandsæter<sup>1,2</sup>, Knut A. Solhaug<sup>4</sup>, Liv Østrem<sup>1</sup>, Arve Arstein<sup>2</sup>, Håkon Pedersen<sup>3</sup> & Jan Netland<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk Landbruksrådgiving Sogn og Fjordane, <sup>3</sup>Haugaland Landbruksrådgiving, <sup>4</sup>NMBU  
 wiktoria.kaczmarek@bioforsk.no

Lyssiv (*Juncus effusus*) og knappsiv (*J. conglomeratus*) har økt i utbredelse i de siste to tiårene, spesielt i kystnære områder på Vestlandet. Økningen har i hovedsak vært i ekstensiv eng og beite, men problemet ser også ut til å dukke opp i yngre eng i god stand. De to sivartene reduserer næringsverdien i grovfôr, forårsaker lavere fôrproduksjon og ødelegger motivasjonen for skjøtsel av kulturlandskapet. Det finnes effektive herbicider, men utfordringene er størst der man av ulike årsaker ikke kan bruke kjemiske midler.

Mye av de vitenskapelige resultatene knyttet til sivbiologi er fra 1940- og 1950-tallet, hovedsakelig fra Storbritannia, noe som ikke alltid er relevant for norske vekstforhold. Målsetningen i prosjektet er å bringe fram ny og grunnleggende kunnskap om biologiske egenskaper for å finne rasjonelle kontrolltiltak mot sivartene. Tre forsøk blir presentert:

**1) Sesongmessig variasjon av opplagsnæring i under- og overjordiske plantedeler.** Karbohydratvariasjonen gjennom vekstsesongen ble studert for stengler, jordstengler og røtter samlet inn fra et treårig livssyklusforsøk ved Bioforsk Fureneset. Plantematerialet ble tørket, finmalt og ekstrahert tre ganger med 80% etanol og deretter med vann før analyse. Bestemmelse av enkeltkarbohydrater ble gjort ved hjelp av HPLC og TLC. Mono- og disakkarider ble separert og kvantifisert ved bruk av sukrose, fruktose og glukose som standard.

**2) Gjenvekstevne etter simulert kutting med ulike stubbehøyder i vekstsesongen i klimakammer.** Studiet av gjenvekstevne ble gjennomført ved Bioforsk Plantehelse i to separate potteforsøk med følgende faktorer: (i) sivartene (lyssiv og knappsiv), (ii) populasjoner fra Øst- og Vestlandet, (iii) stubbe-

høyder (1 cm og 5 cm), (iv) temperatur (7.5 °C, 12.5 °C og 17.5 °C) og tidspunkter (5 datoer fra vår til høst). Gjenvekstparametre (lengde, antall skudd, tørr biomasse) ble registrert etter seks uker.

### 3) Gjentatt mekanisk kutting i to år med ulike kuttehøyder og tidspunkter og kombinasjoner av kuttetidspunkt gjennom vekstsesongen

Mekanisk behandling ble utført i feltforsøk på beiter i Nord-Rogaland og ytre Sunnfjord ved bruk av i) ryddesag på enkeltplanter med to kuttehøyder (2 cm under og 2-3 cm over jordoverflaten) i seks tidspunktalternativer, og ii) beitepusser på 45 m<sup>2</sup> ruter med 25 separate planter ved seks kuttetidspunkter. Plantestørrelse (diameter) og gjenvekst (% dekning av grønne skudd innen hver tue) ble registrert før og etter behandling.

### Resultater og konklusjon

Foreløpige resultater viste at sukrose var viktigste reservekarbohydrat med maksimum konsentrasjon om våren og minimum ved sensommer (midten av juli - tidlig august). Karbohydratanalysen korrelerte godt med resultatene fra potteforsøkene der gjenveksten viste laveste verdier tidlig i august. Gjenveksten var også sterkt avhengig av temperatur og stubbehøyde, og den laveste biomassen ble notert ved 7,5 °C ved kutting til 1 cm. Mekanisk behandling ved bruk av ryddesag reduserte veksten betraktelig om sommeren eller høsten og når rhizomer ble fjernet, men tiltaket var lite effektivt når det ble gjennomført om våren eller tidlig om sommeren. Beitepusser var mindre effektivt enn ryddesag, siden mye av stengeldelen ble etterlatt, men beitepusser var mer praktisk for bruk på større arealer.

Både karbohydratanalysen og klimakammerforsøk (potteforsøk) indikerte et tydelig svakt punkt i livssyklusen til siv på sensommeren (august). Kutting med ryddesag og beitepusser ser ut som et effektivt middel til å kontrollere siv. Mekanisk behandling kan være destruktivt for sivet når underjordiske deler fjernes med kutting 2 cm under jordoverflaten, ellers bør kutting utføres på sensommeren når plantene er mest sensitive på grunn av lavt karbohydratinnhold.

# Transkripsjonsanalyse av potetknoller infisert med tørråte



Merete Wiken Dees<sup>1</sup>, Mads Sønderkær<sup>2</sup>,  
Monica Skogen<sup>1</sup>, Even Sannes Riiser<sup>1</sup>,  
Vinh Hong Le<sup>1</sup>, Kåre Lehman Nielsen<sup>2</sup>  
& May Bente Brurberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Aalborg Universitet, Institut for Kemi og Bioteknologi, Aalborg, Danmark  
may.brurberg@bioforsk.no

Råtning av frukt og grønt (inkludert potet) på lager er et problem som forårsaker store økonomiske tap i tillegg til at det er et miljø- og ressursmessig problem. Det er mange forskjellige sopp og bakterier som forårsaker råteskadene. Skadegjørerne kommer spesielt fra miljø (f.eks. jord) eller fra syke planter under høsting, pakking eller transport. Mange lager-skadegjørere gir ikke sykdom på planter under dyrking, men plantene (avlingen) svekkes ofte under lagring hvilket gjør de mer utsatt for sykdomsangrep. Målet med prosjektet er å bruke potet som modellsystem for å utvikle en test for kvalitetskontroll av potet som skal lagres, slik at man kan evaluere hvilke partier som bør brukes med en gang og hvilke partier som kan lagres i lengre perioder. I den norske delen av dette nordiske samarbeidsprosjektet studerer vi utvikling av sykdommene tørråte og sølvskurv på lager.

Vi har kjørt en serie smitteforsøk med tørråte og sølvskurv under betingelser som enten fremmer (høy luftfuktighet) eller hemmer (lav luftfuktighet) sykdomsutvikling. Prøver har blitt tatt ut underveis i tørråteinfeksjonen, og bibliotek for RNA sekvensering har blitt preparert gjennom en multitrinnsprosess. Totalt 42 bibliotek har blitt sekvensert ved hjelp av såkalt nestegenerasjons sekvenseringsteknologi (Illumina HiSeq), som har gitt 4 - 22 millioner sekvenser (paired reads) per prøve. Det store antallet sekvenser for hver prøve gjør at vi kan kvantifisere RNA aktivitet eller genuttrykk med mye høyere oppløsning enn andre metoder, hvilket gir mulighet for å oppdage små endringer som ofte er assosiert med biologiske prosesser. Etter sekvensering har vi koblet RNA- sekvensene med den kjente genomsekvensen til potet (referansegenomet), slik at vi vet hvilke gener som blir uttrykt. Vi har deretter brukt hierarkisk klyngeanalyse og prinsipiell komponentanalyse for å finne biologisk relevante genuttrykksmønstre. Et stort antall gener assosiert med oksygenmangel og forsvarsresponsen i planter ble identifisert.



# Angrep av *Pseudomonas* på busker og trær i Norge



Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, Inger-Lise Wetlesen Akselsen, May Bente Brurberg & Venche Talgø  
Bioforsk  
may.brurberg@bioforsk.no

Vi har isolert bakterien *Pseudomonas syringae* fra en rekke treaktige planter i Norge: blankmispel (*Cotoneaster lucidus*), eple (*Malus × domestica*), hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*), hjertetre (*Cercidiphyllum japonicum*), liguster (*Liguster* sp.), poppel (*Populus* sp.), prydeple (*Malus purpurea*), selje (*Salix caprea*) og syrin (*Syringae vulgaris*).

Symptomene varierte med planteart. Hjertetre og syrin hadde bladflekker som var omringet av en tydelig klorotisk sone (halo). I tillegg hadde syrin døde skudd. Døde skudd ble også funnet på blankmispel, eple, liguster, poppel og prydeple. Poppel og selje hadde sterk tilbakevisning i krona. På poppel ble det funnet oppsvulma kreftsår. På hestekastanje og selje var det mørke blødende flekker i barken.

Fettsyreanalyse ble brukt for å identifisere bakteriekulturene til artsnivå. På hestekastanje og selje ble to underarter identifiserte, henholdsvis *P. syringae* pv. *aesculi* and *P. syringae* pv. *syringae*. For identifisering av *P. syringae* pv. *aesculi* ble også DNA-analyse (spesifikk PCR og sekvensering) brukt.

Så langt har vi bare gjennomført smitteforsøk på hestekastanje, der vi beviste at isolatet av *P. syringae* pv. *aesculi* fører til skade i hestekastanje.

# Gråskimmel på juletrær i Norge



Venche Talgø<sup>1</sup>, Gunn Mari Strømeng<sup>1</sup>  
& Inger Sundheim Fløistad<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk Institutt for Skog  
og Landskap  
gunn-mari.stromeng@bioforsk.no

Gråskimmel forårsaker stor skade på en rekke urte- og treaktige plantearter verden over. Ulike arter av juletrær (*Picea* spp. og *Abies* spp.) kan også bli angrepet, og i Norge har stor skade blitt observert i planteskoler, men gråskimmel kan også angripe nyplantede og eldre trær. Årsaken til gråskimmel er soppen *Botrytis cinerea*. Under fuktige forhold er gråskimmel lett gjenkjennelig på det grå, støvaktige belegget som dannes på planteoverflatene, hvor skyer av sopp sporer vil løsne ved berøring eller bevegelse.

Sjukdommen kan være problematisk når forutsetningene for infeksjon og sopp utvikling er til stede. I praksis betyr dette fuktige forhold, moderate temperaturer og mottakelig plantevev som for bartrær er under skuddstrekning før nålene har et velutviklet vokslag og før skuddene er blitt lignifiserte. Soppen kan også angripe via sår. Gunstige forhold for soppangrep er ofte til stede i planteproduksjonen hvor små, mottakelige planter står tett i pluggbrett med lite luftsirkulasjon som gjør at luftfuktigheten blir høy.

Når soppen har infisert og etablert seg i plantene er det vanskelig å bli kvitt. Dersom forholdene blir mindre gunstige for soppvekst dannes sklerotier som er melaniserte, hardføre strukturer som kan overvintre og ellers tåler ugunstige miljøbetingelser som for eksempel tørke. Sklerotiene kan dannes både på angrepne nåler og under barken. De er mørkbrune eller sorte, og fra om lag 1 mm i diameter.

I 2012 fant vi at gråskimmel hadde ringet stammene på nyplantede fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*) og dannet sklerotier under barken. Det samme ble observert på småplanter av nordmannsedelgran (*A. nordmanniana*) og vanlig gran (*Picea abies*). Slike funn er urovekkende fordi fungicider benyttes regelmessig mot gråskimmel i planteskolene.

I et nytt prosjekt hvor vi skal se på hvordan vi kan forbedre kontrollen med soppjukdommer i småplanteproduksjonen, vil eventuell resistens hos isolater av gråskimmel fra småplanter bli undersøkt nærmere.

## Referanse

Talgø, V. & Fløistad, I. S. 2013. Gråskimmel på juletrær under oppal og i felt. Nåledrys 83: 40-42.

# Ny bladflekksjukdom på daglilje (*Hemerocallis* spp.) i Norge



Gunn Mari Strømeng<sup>1</sup>, May Bente Brurberg<sup>1</sup>, Eva Vike<sup>2</sup> & Venche Talgø<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
 gunn-mari.stromeng@bioforsk.no

Dagliljer er kjent for å være lite utsatt for sjukdom og skadedyr, men de siste årene har vi observert skjemmende bladflekker på gul daglilje (*Hemerocallis lilioasphodelus*) og hybriddaglilje (*H. × hybrida*) i parken ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i Ås. Begynnende symptomer på våren er små, vasstrukne flekker, både midt på bladene og langs bladkantene. Utover sommeren utvider flekkene seg og blir brune, og etter hvert blir de grå i midten. Flekkene utvikler seg gjerne mer i lengderetning enn på tvers av bladet, derav det engelske navnet «leaf streak». Bladspissene vil etter hvert også visne på angrepne blader.

For å identifisere årsaken til skaden ble blader med symptomer samlet inn fra parken ved NMBU i 2012 og inkubert i høy luftfuktighet ved  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ . Etter noen få dager hadde det vokst fram store mengder sopp i flekkene, og denne ble isolert på kunstig næringsmedium. Morfologiske undersøkelser og DNA-analyse (sekvensering) viste at soppen var *Kabatiella microsticta* Bubak (syn. *Aureobasidium microstictum*) som er en kjent skadegjører på daglilje.

For å bekrefte at soppen vi hadde isolert var årsak til skaden ble smitteforsøk gjennomført våren 2013. Friske planter av gul daglilje og dagliljehybriden 'Corky', ble sprøytet med sporesuspensjoner av soppen (sopp sporer blandet med vann). Ett blad på hver plante ble såret ved bruk av en steril nål før smitting for å gjøre det lettere for soppen å infisere. Etter en ukes tid begynte symptomer å utvikle seg fra de sårede punktene, men etter tre uker begynte også flekker å utvikle seg på blader som ikke var blitt såret før smitting. Ved avslutning av smitteforsøket etter fire måneder var det symptomer på 27 til 92 % av bladene av hybriddaglilje, og på 19 % av bladene på gul daglilje. *K. microsticta* ble reisolert fra flekker på de smittede plantene.

Sjukdommen er tidligere rapportert fra USA, Japan og Kina. Vi vet ikke hvor utbredt sjukdommen er i Norge, men i tillegg til funn på NMBU er den observert i privathager i Ås. Soppen overvintrer i dødt plante-materiale, og nye infeksjoner på våren kan trolig reduseres ved å fjerne bladrester fra plantebed om høsten.

## Referanser

- Leahy, R. M. & Schubert, T. S. 1996. Daylily leaf streak. Plant Pathology Circular No. 376.
- Bai, Q. R., Han, S., Xie, Y. Y., Dong, R., Gao, J. & Li, Y. 2012. First report of daylily leaf streak caused by *Kabatiella microsticta* in China. Plant Disease 96: 1579.

# Frøsmitte - årsak til angrep av *Sydowia polyspora* på nordmannsedelgran i planteskoler?



Guro Brodal<sup>1</sup>, Iben Margrete Thomsen<sup>2</sup>, Eleonora Høst<sup>1</sup>, Heidi Røsok Bye<sup>3</sup>, Arne Stensvand<sup>1</sup> og Venche Talgø<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>København Universitet, <sup>3</sup>Skogfrøverket  
 guro.brodal@bioforsk.no

## Skader av *Sydowia polyspora*

*Sydowia polyspora* er en sopp som kan angripe flere arter av bartrær, hvor den ødelegger nåler ("current season needle necrosis"/CSNN) og skudd (*Sclerophoma*-skade) (Talgø *et al.* 2010a). Begge typer skader er ofte observert i planteskoler og juletreplantasjer, særlig på nordmannsedelgran (*Abies nordmanniana*), som er den viktigste juletre-arten i Europa. CSNN viser seg som gulaktige (klorotiske) flekker/bånd på årnsålene. Begrepet *Sclerophoma*-skade blir brukt når soppen fører til døde årsskudd. Det er vist at soppen kan leve inni plantevev uten å forårsake sykdom (endofytt) (Müller *et al.* 2001). *S. polyspora* er også beskrevet som en sekundær sopp som invaderer verten etter skade (Harrison *et al.* 2009).

## Frøsmitte - vertplantespekter

Vi har funnet frøsmitte av *S. polyspora* på flere frøpartier av edelgran (Talgø *et al.* 2010b). Tidligere var frøsmitte bare rapportert på furu (*Pinus sylvestris*) (Whittle 1977). Soppen har imidlertid også blitt observert på spirer av gran (*Picea abies*) i spireanalyser ved Skogfrøverket, noe som tyder på at den også kan være frøoverført hos gran. For å undersøke hvor utbredt *S. polyspora* kan være på frø av bartrær, ble prøver fra 44 frøpartier av 8 ulike bartreslekter analysert. *S. polyspora* ble påvist på frø i 7 av slektene: *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Thuja* og *Tsuga*.

## Beiseforsøk

For å undersøke om det er mulig å bekjempe frøsmitte av *S. polyspora* og samtidig opprettholde en god spireevne, ble det gjennomført et beiseforsøk med biologiske og kjemiske preparater. Vi testet et frøparti av nobeledelgran (*A. procera*) og et av alpefuru (*P. mugo* var. *rotundata*). Fungicidet Signum (boskalid + pyraklostrobin) hadde god effekt mot *S. polyspora* og frøene beholdt god spireevne.

## Smitteforsøk

I smitteforsøk forårsaket *S. polyspora*, isolert fra edelgranfrø, typiske symptomer på *Sclerophoma*-skade på unge skudd av fjelledelgran (*A. lasiocarpa*) og nordmannsedelgran. *S. polyspora* var lett å reisolere. Det konkluderes derfor med at infisert frø kan være smitekilde for angrep i planteskoler. For å unngå skader i felt er det viktig at frø- og oppformeringsmateriale er fritt for denne skadegjøreren.

## Referanser

- Harrison, K.J. 2009. Forest disease records on eastern white pine in Atlantic Canada: 1950 to 1996. *Forestry Chronicle* 85: 604-608.
- Müller, M.M., Valjakka, R., Suokko, A. & Hantula, J. 2001. Diversity of endophytic fungi of single Norway spruce needles and their role as pioneer decomposers. *Molecular Ecology* 10: 1801-1810.
- Talgø, V., Chastagner, G., Thomsen, I. M., Cech, T., Riley, K., Lange, K., Klemsdal, S. S. & Stensvand, A. 2010a. *Sydowia polyspora* associated with current season needle necrosis (CSNN) on true fir (*Abies* spp.). *Fungal Biology* 114: 545-554.
- Talgø, V., Brodal, G., Klemsdal, S. S. & Stensvand, A. 2010b. Seed borne fungi on *Abies* spp. *Seed Science and Technology* 38: 477-493.
- Whittle, A. M. 1977. Mycoflora of cones and seeds of *Pinus sylvestris*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 69(1), 47-57.

# VIPS - a collaboration platform for integrated pest and disease management (IPM) in agriculture



Berit Nordskog, Tor-Einar Skog, Håvard Eikemo, Halvard Hole, Annette F. Schjøll, Guro Brodal, Jan Netland, Nina Trandem & Trond Rafoss  
Bioforsk  
tor-einar.skog@bioforsk.no

VIPS is a Norwegian web based forecasting and information service developed for integrated management of pests and diseases in cereals, vegetables and fruit crops. The website [www.vips-landbruk.no](http://www.vips-landbruk.no) was launched in 2001. The service is a collaborative project between Bioforsk and the Norwegian agricultural extension service ([www.lr.no](http://www.lr.no)) under a government-funded action plan for reducing the risk in pesticide use. At present, 24 models are running in VIPS, covering all pest and disease models in Norway. VIPS also includes a decision support tool for management of weeds in cereals, based on the Danish Plant Protection Online.

A general interface is used for all models. Risk alerts are presented with color codes to show the risk of infection. Each model is also explained and presented in more detail. Weather data is automatically collected from a network of weather stations in crop production areas throughout Norway ([lmt.bioforsk.no](http://lmt.bioforsk.no)). Weather forecasts are supplied by the Norwegian Meteorological Institute. Biological information and field observations are collected and reported by the local extension service. VIPS Mobile is a version adapted for tablets and smart phones, available for Android, iPhone/ iPad and Windows Phone 8. A text message service is also available, where users can receive forecasts from selected models and locations.

An English demo of VIPS, featuring a forecasting model for potato late blight, can be found at [http://testvips.bioforsk.no/index\\_en.jsp](http://testvips.bioforsk.no/index_en.jsp).

## International perspectives

Bioforsk is currently involved in several international projects where our experience from VIPS is used to develop computer-based solutions to facilitate IPM and climate-smart agriculture in Bosnia and Herzegovina, Bangladesh ([www.riceclima.com](http://www.riceclima.com)), India ([www.climaadapt.org](http://www.climaadapt.org)) and Vietnam ([www.climaviet.org](http://www.climaviet.org)). The rapid worldwide adaptation of mobile telecom technology creates new opportunities for information flow and interactive pest forecasting.

A new version of VIPS is under development, allowing for local adaptations such as language, incorporation of models and other services. Our aim is to create a technology platform for international collaboration on IPM. Providers of forecasting models may have their models easily distributed to users worldwide. The output views from running forecast models are flexible, and simple to incorporate in existing web sites or distribute on smart phones and tablets. Cooperation on development, implementation, testing and validation of forecasting models is easy.

The source code for the new platform will be released under an Open Source license. We are seeking partners interested in cooperation on developing the system, for example through joint research & innovation projects that include implementation of forecasting models and application development.

# Molecular and biochemical analysis of plant root exudates response to phosphorus starvation



Yanliang Wang<sup>1,2</sup>, Sissel Haugslie<sup>1</sup>, Marit Almvik<sup>1</sup>, Nicholas Clarke<sup>3</sup>, Anne Falk Øgaard<sup>1</sup>, Jihong Liu Clarke<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norwegian University of Life Science, <sup>3</sup>Norwegian Forest and Landscape Institute  
 jihong.liu-clarke@bioforsk.no

## Introduction

Phosphorus (P) is an essential macronutrient for plant growth and development. P deficiency is one of the major limitations to crop productivity globally. Higher plants have developed various responses to P starvation, including gene expression (TFs and Pht etc.), morphological responses such as the root architectures, physiological modification like root exudates and pH alteration, as well as metabolic responses (Raghothama 1999, Lynch 2011). Root exudates play an important role in releasing soil P since organic acids, a group of low molecular weight compounds, can mobilize P from mineral surfaces and from Al-, Fe- and Ca-phosphates by chelating the metals and increasing P availability to plants (Ryan 2001). Hence, the root secretion of organic acids is considered as an important mechanism in alleviating P starvation. Here, we report our study on the effects of P supply on plant growth and organic acids secretion from the roots of oilseed rape, wheat, potato and barley, which are important crops in Norway, using hydroponic culture.

## Plant material and methods

Four important Norwegian crops, oilseed rape cv. Harie, wheat cv. Aino, barley cv Heder and potato cv. Pimpernel, kindly provided by colleagues at Bioforsk Øst Apelsvoll, have been used. Plants grown in hydroponic culture in the greenhouse facility of Norwegian University of Life Sciences (NMBU) and root exudates were collected according to Khorassani *et al.* (2011). Hoagland nutrition solution with

different concentrations of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> as P source was used in the study. Organic acids were determined by a LC-MS/MS at Bioforsk.

## Results and discussion

Our results showed that P starvation caused phenotypical alterations like biomass reduction and anthocyanin accumulation in oilseed rape. Induction of malic acid, citric acid and succinic acid secretion, but with some differences among crops and cultivars, was also found. Different organic acids are secreted from different crop species and varieties in response to P starvation; moreover, the tricarboxylates (citrate<sup>3-</sup>) chelate cations like Ca<sup>2+</sup> and Al<sup>3+</sup> more strongly than dicarboxylates (malate<sup>2-</sup>, oxalate<sup>2-</sup>, malonate<sup>2-</sup>), which means different organic acid has different activity to release soil P (Ryan 2001); it was confirmed that there are large differences between varieties. This project is of importance for understanding genetic diversity and adaptation of crops to P deficiency, and effective utilization of P in the agriculture.

## References

- Khorassani, R., Hettwer, U., Ratzinger, A., Steingrobe, B., Karlovsky, P. & Claassen, N. 2011. Citramalic acid and salicylic acid in sugar beet root exudates solubilize soil phosphorus. *BMC Plant Biology* 11:121-127.
- Lynch, J.P. 2011. Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. *Plant Physiology* 156: 1041-1049.
- Ryan, P.R. & Delhaize, E. 2001. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52:527-60.
- Raghothama, K.G. 1999. Phosphate acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50: 665-69.

# Forfatterregister

- Aamot, Heidi Udnes 110, 111  
Aanensen, Lise 133  
Aass, Laila 49  
Abrahamsen, Unni 102, 107  
Abreu, Maria Helena 130  
Akselsen, Inger-Lise Wetlesen 144  
Almvik, Marit 149  
Anker-Nilssen, Kirsti 56  
Arstein, Arve 142  
Austrheim, Gunnar 80  
Bakken, Anne Kjersti 82  
Bakken, Anne Kjersti 87, 88  
Bay-Larsen, Ingrid 130  
Bechmann, Marianne 57, 59, 123, 124  
Bele, Bolette 72  
Benneche, Tore 140  
Berg, Kristin 140  
Blystad, Dag-Ragnar 132  
Bonesmo, Helge 47  
Borgstrøm, Reidar 54  
Borgvang, Stig A. 132  
Brandsæter, Lars Olav 115, 116, 142  
Brodal, Guro 106, 109, 110, 111, 148  
Brodal, Guro 147  
Bruckner, Christian 132  
Bruckner, Christian G. 76  
Brunberg, Emma 114  
Brurberg, May Bente 98, 100, 143, 144, 146  
Bye, Heidi Røsok 147  
Bævre, Olav Arne 28  
Cattaneo, Andrea 39  
Clarke, Jihong 55  
Clarke, Jihong 149  
Clarke, Nicolas 149  
Dadebo, Elias 54  
Dalmannsdottir, Sigridur 68  
Deelstra, Johannes 40, 120, 121  
Dees, Merete Wiken 132, 143  
Deribe, Eremias 54  
Dörsch, Peter 86  
Ebbesvik, Martha 113  
Eilertsen, Svein Morten 136  
Eklo, Ole Martin 54  
Eklo, Toril Sagen 101  
Elameen, Abdelhameed 98  
Ergon, Åshild 128  
Flaten, Ola 81  
Fløistad, Erling 33  
Fløistad, Inger Sundheim 145  
French, Helen 63  
Fystro, Gustav 112  
Gauslaa, Elisa 111  
Gebremariam, Zinabu 54  
Glorvigen, Borghild 101  
Gooch, G.D. 36  
Graneng, Mette Feten 96  
Greipstrand, Inga 120, 121  
Hage, Ingvar 118  
Hansen, Inger 137  
Harstad, Odd Magne 47, 49  
Haugslie, Sissel 149  
Hauken, Marit 122  
Hayashi, Leila 130  
Hegrenes, Agnar 49  
Heir, Even 138  
Helgerud, Trygve 91  
Henriksen, Birgitte 109  
Hermansen, Arne 99, 132  
Herrero, Maria-Luz 132  
Hester, Alison 80  
Hetta, Mårten 87  
Hofgaard, Ingerd S. 110, 111  
Holand, Øystein 80  
Hole, Halvard 148  
Holgado, Ricardo 94, 97  
Holtekjølen, Ann Katrin 104  
Hovelsrud, Grete 130  
Höglind, Mats 45, 67, 88  
Høst, Eleonora 147  
Jarp, Jorun 51  
Johansen, Astrid 82, 83  
Johnsen, Julie Føske 134  
Joner, Erik 60, 62  
Jørgensen, Grete M 133, 136  
Jørgensen, Marit 68  
Jørgensen, Nicolai Hermann 78  
Kaczmarek, Wiktoria 142  
Kamfjord, Nils Eivind 75  
Karlsen, Åsbjørn 74, 76, 132  
Kim, Margit Oami 109  
Kjøs, Bjarne 93  
Klingen, Ingeborg 101  
Kløve, Bjørn 41  
Koesling, Matthias 112  
Kradolfer, Paul 130  
Krogstad, Tore 59  
Kværnø, Sigrun 57  
Langsrud, Solveig 138  
Langtaler, Gudrun 56  
Larsen, Arild 66, 68  
Le, Vinh Hong 98, 99, 143  
Lillemo, Morten 103  
Lind, Vibeke 133  
Lunnan, Tor 85  
Lysøe, Erik 132  
Løes, Anne-Kristin 61  
Løvland, Atle 141  
Magnusson, Christer 94, 97  
Mangerud, Kjell 115, 116  
Marinho-Soriano, Eliane 130  
Marum, Petter 66, 70  
Medynska-Juraszek, Agnieszka 60  
Meland, Marte 132  
Mo, Solveig S. 141  
Moldestad, Anette 105  
Molteberg, Eldrid Lein 90  
Mysterud, Atle 80  
Møllerhagen, Per 92  
Mørettrø, Trond 138  
Nesse, Live L. 138, 139, 140  
Netland, Jan 142, 148  
Nielsen, Anders 77  
Nielsen, Kåre Lehman 143  
Nordskog, Berit 148  
Norstöm, Madelaine 141  
Novoa-Garrido, Margarita 74, 132  
Nærstad, Ragnhild 98, 99  
Pedersen, Håkon 142  
Pedersen, Karina 126  
Pedersen, Rikard 125  
Pedersen, Susanne Friis 127, 131  
Perminow, Juliana I.S. 100, 144  
Prestløkken, Egil 50  
Rafoss, Trond 148  
Randby, Åshild T. 87  
Rapacz, Marcin 68  
Rasmussen, Irene 97  
Rasse, Daniel 60  
Razzaghian, Jafar 111  
Rebours, Celine 130, 131, 132  
Refsgaard, Karen 58  
Riiser, Even Sannes 143  
Riley, Hugh 44, 85  
Rivedal, Synnøve 85, 86  
Robledo, Daniel 130  
Rognli, Odd Arne 65, 68  
Roleda, Michael 131, 132  
Roseth, Roger 64  
Rosseland, Bjørn Olav 54  
Rødven, Rolf 130, 137  
Røe, Paul Sverre 73  
Røflo, Knut 48  
Røyneberg, Terje 95  
Salbu, Brit 54  
Scheie, Anne Amdal 140

Schøll, Annette F. 148  
Sekhar, Nagothu Udaya 37, 40  
Sekse, Camilla 139  
Sharma, Shiva Shankar 98  
Shuai, Yang 99  
Sjursen, Helge 33  
Skipperud, Lindis 54  
Skog, Tor-Einar 148  
Skogen, Monica 143  
Slette-meås, Jannice S. 141  
Sletten, Arild 144  
Smakhtin, Vladimir 38  
Solemdal, Liv 113  
Solhaug, Knut A. 142  
Solheim, Heidi 139  
Soriano, Gonzalo 130  
Speed, James D.M. 80  
Spetz, Carl J.J. 101  
Steen, Hege Særvold 111  
Steine, Torstein 46  
Steinheim, Geir 79  
Steinshamn, Håvard 87, 88  
Steinsholt, Per Y. 89  
Stenrød, Marianne 126  
Stensland, Bente 117  
Stensvand, Arne 147  
Strandenes, Kari-Ann 97  
Strøm, Turid 135  
Strømeng, Gunn Mari 145, 146  
Sturite, Ilevina 84, 85, 86  
Sunde, Marianne 141  
Svalheim, Ellen S 71  
Sævarsson, Hilmar 59  
Sønderkær, Mads 143  
Talgø, Venche 144, 145, 146  
Tangerås, Håkon 109  
Thomsen, Iben Margrete 147  
Thorvaldsen, Pål 129  
Thöming, Gunda 108  
Tollefsen, Knut Erik 126  
Trandem, Nina 148  
Tronsmo, Anne Marte 69  
Trøan, Giske 50  
Ugarte, Raul 130  
Uhlen, Anne Kjersti 43  
Uhlig, Silvio 140  
Ulriksen, Arve 75  
Urdahl, Anne Margrete 139, 141  
Vaga, Merko 87  
Vasquez, Julio A. 130  
Vestby, Lene K. 138, 139, 140  
Vike, Eva 146  
Wang, Yanliang 149  
Wasteson, Yngvild 139  
Witsø, Ingun L. 140  
Zertuche-González, José A. 130  
Øgaard, Anne Falk 149  
Østrem, Liv 66, 68, 88, 142  
Øvsthus, Ingunn 131  
Øygarden, Lillian 42  
Özkan, Seyda 47  
Åssveen, Mauritz 102





# 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 premiss.

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.

