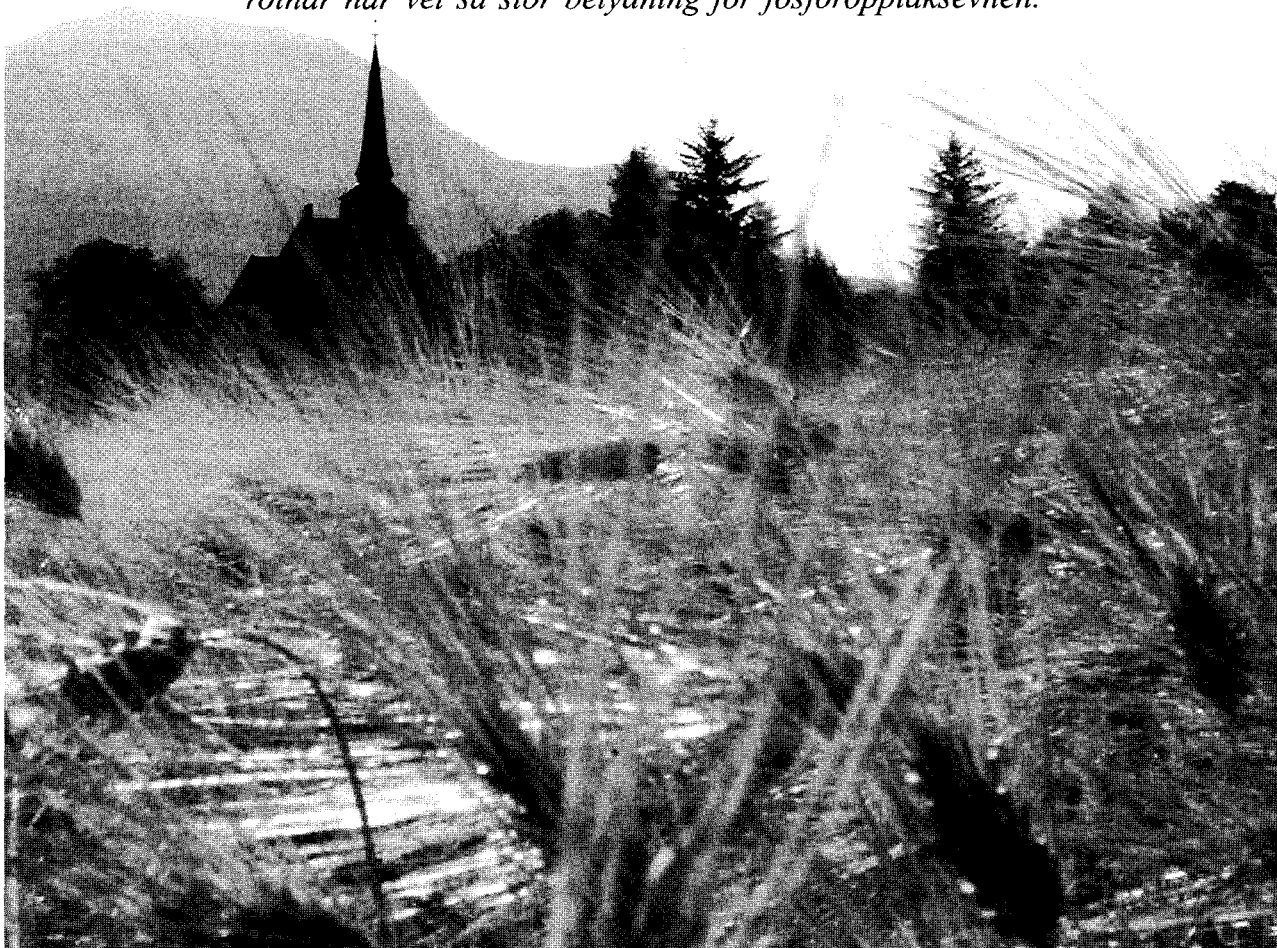


Rothår og fosforopptak i korn

Lavere nivå av fosfor i jorda er rapportert på gårder med økologisk drift.

Jordbruksvekster kan til en viss grad tilpasses lavere fosfornivå ved utvalg og avl for høyere fosforeffektivitet. Danske forsøk har vist at lange rothår kan være en faktor som øker fosforopptaket i korn. Funn fra et nylig avsluttet MSc-arbeid tyder på at det er forskjell i fosforopptaksevne mellom bygg- og hvetesorter, men at andre faktorer enn rothår har vel så stor betydning for fosforopptaksevnen.



Mange forsøk har vist betydelige sortsvariasjoner i næringsopptak, og at noe av forklaringen kan ligge i planteegenskaper som skjuler seg nede i jorda. Derfor er det er viktig at også norsk sortsforedling begynner å undersøke rotveksten i arbeidet med å velge ut nye linjer. Foto: Thomas Smeby.

Tekst: Jon Magne Holten og Anne-Kristin Løes

Fosfor (P) er ofte begrensende for plantevekst, spesielt i tropiske strøk. Totalt P-innhold i ei mineraljord i vårt klima er i størrelsesorden 0,02-0,08%. Fordi P er sterkt bundet (adsorbent) i jorda, er P-konsentrasjonen i jordvæska vanligvis svært lav. Under norske forhold, med lett sure jordarter, er P vanligvis bundet til aluminiums-

og jernoksider. Sammenlignet med nitrat, NO_3^- , som er meget mobilt i jorda og kan diffundere "langt" (dvs. forflytte seg pga konsentrasjonsforskjeller), er P lite mobilt i jorda. Den avstanden P kan diffundere i jordvæska blir derfor svært kort.

Fosforeffektivitet

Diskusjonen om sortsforskjeller i næringseffektivitet er vanskelig siden det ikke er noen generelt

akseptert definisjon av begrepet. Eksempelvis rapporteres det fra litteraturen om to maissorter, hvor den lokale maissorten 'Suwan II' hadde høgst avling sammenlignet med hybridmaisen 'Pi 6181' ved dårlig N-tilgang. Ved høyere gjødslingsnivå derimot var det motsatte tilfelle (Sattelmacher *et al.*, 1994). Hvilken sort er så den mest næringseffektive?

Ved låg P-tilgjengelighet er faktorer som rotmorfologi (rot-

Tabell 1. Rothårlengde for 6 hvete- og byggsorter i næringsløsning og ved to P-nivå i feltforsøk (P0 og P32). Sorter med ulik bokstav innen art (hvete, bygg) og behandling (næringsløsning, P0, P32) har signifikant ulik rothårlengde ($P < 0,05$). Antall observasjoner av rothårlengde per sort var 60 i næringsløsning og 300 i felt.

Sort	Art	Godkjenningsår	Rothårlengde, mm		
			Næringsløsning	P0	P32
NK0058 *	Vårhvete	-	0,43 a	0,85 b	0,79 x
Diamant	Vårhvete	1938	0,82 b	0,74 a	0,86 y
NK94682	6-radsbygg	Under godkjenning	0,34 a	0,79 a	0,87 x
Herse	6-radsbygg	1939	0,56 b	0,86 b	0,97 y
Tyra	2-radsbygg	1988	0,34 a	0,85 ab	0,90 x
Herta	2-radsbygg	1949	0,56 b	0,80 ab	0,98 y

* NK0058 er en dvergsort som kun blir brukt i foredling.

radius, spesifikk rotlengde, rotlengde per gram totalt plante-materiale, rot/skudd-forhold), rotfysiologi, rothårlengde, pH i rhizosfæren, roteksudasjon (enzymer, organiske syrer) og mykorrhiza viktige for P-opptaket.

Flere forsøk (Nielsen og Barber, 1978; Schjørring og Nielsen, 1987; Rømer og Schenk, 1998) har vist at det er til dels store sortsforskjeller i korn med hensyn til P-opptak ved låg P-tilgang. Dette viser at det skulle være mulig å avle fram P-effektive kornsorter.

Rothår og fosforopptak

Rothårene øker den totale rot-overflata betraktelig og øker dermed absorpsjonskapasiteten for næringsstoffer og utvider sonen for næringsopptak rundt rota. Dette er særlig viktig for opptaket av vatn og lite mobile næringsstoffer (slik som P). Sjøl om rothårene er synlige i lang tid, er trolig den funksjonelle levetida til et rothår bare noen få dager. Rotas vekst, og "bevegelsen" til rothårsonen gjennom jorda, er trolig den mekanismen som sørger for å gi planten kontinuerlig tilgang til "ubrukt" jord og næringsstoffer.

Lengda, tettheten og dekningsgraden av rothåra er viktige egenskaper i et gitt rotsystem. Avhengig av art og sort så kan gjennomsnittlig rothårlengde variere fra 0,1 til 1,5 mm med en diameter på 5-20 μm . Videre så er rothårveksten avhengig av flere miljøfaktorer som jordluft, jordfuktighet, nærings-

status og jordtetthet. Det er funnet stor variasjon i rothårdanning blant hvete- og byggsorter, noe som viser at rothårveksten er underlagt genetisk kontroll.

Forsøksplan og rothårlengde

Forsøket gikk sommeren 2001 på Ås i et langvarig fosfor-kalium-gjødslingsfelt på ei siltig lettleire med med fire P-gjødslingsledd: 0-ledd (P0, ingen P-gjødsling, P-AL verdi 3,5 mg per 100 g jord), moderat (P32, 3,2 kg P per daa og år, P-AL verdi 8,7 mg) og høgt gjødslingsnivå (4,8 kg P per daa og år). De seks sortene (tre sortspar) ble valgt ut på grunnlag av ei tidligere screening av ei rekke

norske bygg- og vårhvetesorter i P-fattig næringsløsning, hvor de utvalgte sortene var blant de som hadde henholdsvis lengst og kortest rothår (Tabell 1). Alle leddene ble gjødslet med 10 kg N og 5 kg K per daa.

Tabell 1 viser at rothårene var betydelig lengre i jord i felt enn i næringsløsning. Rangeringa av sorter med hensyn til rothårlengde i dette studiet var bare delvis lik den som ble funnet i næringsløsninga. Videre så var forskjellen mellom sortene mye mindre i felt enn i næringsløsning, og i mange tilfeller var ikke forskjellen statistisk sikker. I næringsløsning var forskjellen i rothårlengde innen de tre sortsparene fra 0,21 til 0,39 mm. I feltjorda



Røtter fra sirkulerende næringsløsning med lav P-konsentrasjon, øverst sorten NK94682 (gjennomsnittlig rothårlengde på dette bildet var 0,35 mm), nederst Herse (gjennomsnittlig rothårlengde på dette bildet var 0,56 mm).

derimot varierte forskjellen innen de tre sortsparene bare fra 0,05 til 0,11 mm. Dette viser at det kan by på vanskeligheter å rangere kornsorter for rothårlengde, siden feltforsøk kan gi ei annen rangering, og mye mindre forskjeller enn ved ei screening i næringsløsning. Merk at gamle sorter ikke nødvendigvis behøver å ha lange rothår og moderne korte, sjøl om det var slik i dette forsøket. Vi fant nemlig også eksempler på det motsatte (Løes, 2002).

En tidligere studie, i Danmark, har vist at lågt P-nivå i jorda øker rothårlengden i bygg (Gahoonia *et al.*, 1999). Dette høres rimelig ut, siden dette kan være en mekanisme for økt P-opptak i kornplanten. Våre resultat kan imidlertid ikke bekrefte de danske. Lågt P-nivå ga ikke lengre rothår i forsøket på Ås, snarere det motsatte.

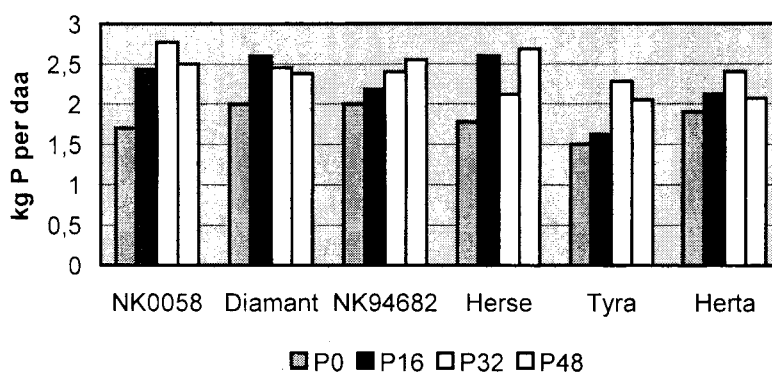
Fosforeffektivitet og avling

Ås-forsøket demonstrerte tydelig noe som er kjent kunnskap: At utviklingshastigheten i kornet øker med økende P-nivå i jorda. Dermed vil tida til modning bli redusert ved god P-tilgang.

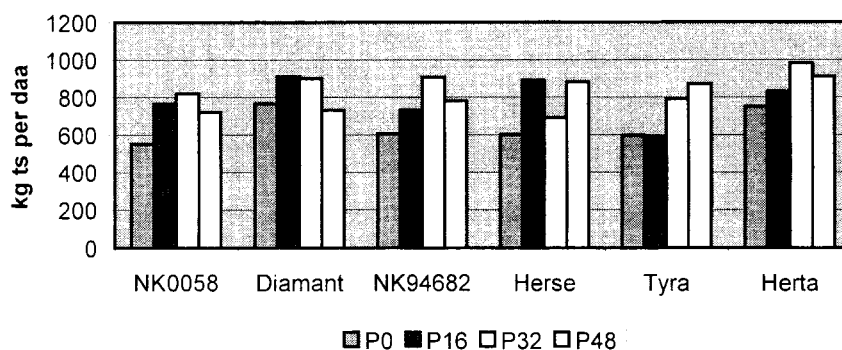
Innen hvert sortspar var det høyere tørrstoffproduksjon (Figur 2) og kornavling i de eldre sortene (Diamant, Herse og Herta) enn i de nyere (NK0058, NK94682 og Tyra) ved lågt P-nivå. Dette tyder på en høyere P-effektivitet i de eldre sortene. Med unntak av sortsparet NK94682-Herse så var det totale P-opptaket ved høsting (Figur 1) ved lågt P-nivå også høyere, mens P-konsentrasjonen (mg P per g tørrstoff i skuddet) tenderte til å være lågere. Dette tyder på en høyere effektivitet i P-opptak og P-utnytting i de eldre sortene. Sannsynligvis så betydde P-opptaket mest for variasjonen mellom sortene, mens variasjonen i P-utnyttings effektiviteten var mindre viktig.

Ikke uventet så steg generelt både tørrstoffopptak, kornavling og P-opptak med økende P-nivå for alle sortene, men ved minst

Figur 1. Fosforopptak ved høsting (bygg: 29. august, hvete 5. september). Høsterute ca 3 m².



Figur 2. Tørrstoffproduksjon ved høsting, overjordisk plantemateriale.



mengde P-gjødsel var P-opptaket fortsatt høyere i de eldre enn i de nyere sortene (Figur 1). En interessant observasjon var at på det høyeste P-nivået avtok både tørrstoffproduksjonen og kornavlinga for alle sortene unntatt for Tyra. Ved økende P-nivå, avtok forskjellene i tørrstoffproduksjon og kornavling innen de tre sortsparene. Dette tyder på at de faktorene som øker P-opptaket ved låge P-nivå, er mindre viktige ved høge P-nivå.

Avl for høyere P-effektivitet er mulig

Siden det bare var for sortsparet Herse-NK94682 at rothårene var lengre ved lavt P-nivå og NK94682 i gjennomsnitt hadde kortere rothår enn Herse ved lavt P-nivå, kan rothårlengden neppe være årsaken til et høyere P-opptak i eldre sorter. Ved høyere P-nivå i jorda, var rothårene lengre i den eldste sorten for alle de tre sortsparene. Forskjellene i rothårlengde var likevel

såpass små at andre faktorer med betydning for P-opptaket sannsynligvis også varierte mellom sortene. Det kan ha vært forskjeller i f.eks. eksudasjon av organiske syrer og enzymer (fosfatase) fra røttene, en lågere pH i rhizosfæren eller en kraftigere rotvekst. Disse forholdene ble ikke undersøkt.

Det var ikke mulig å legge inn gjentak i feltforsøket på Ås, og tallene må derfor tolkes med forsiktighet. Likevel vil vi oppsummere med at dette studiet har vist at eldre sorter ser ut til å ha et større P-opptak fra jord med middels til lavt innhold av plante-tilgjengelig P enn nyere. Forskjellen i P-opptak kan i liten grad forklares ut fra forskjeller i gjennomsnittlig rothårlengde. Mer forskning må til for å klargjøre hvilke faktorer det er som fremmer P-opptaket (og næringsopptak generelt) i korn ved middels til lave nivå av næringsstoff i jorda. Svenske undersøkelser ved Swaløf-Weibull har vist en god sammenheng mellom tørke-

toleranse og næringsopptak i både havre, bygg og hvete, og undersøkelser av rotutvikling er blitt en standardmetode i foredlingsarbeidet deres (Bertholdsson, 2000). For økt økologisk kornproduksjon, som nå er et politisk mål, har en behov for kornsorter som er bedre tilpasset lågere næringsinnhold i jorda. Mange forsøk har vist at det er en betydelig sortsvariasjon i næringsopptaket, og at noe av forklaringen kan ligge i planteegenskaper som skjuler seg nede i jorda. Derfor er det viktig at også norsk sortsforedling begynner å undersøke rotveksten i arbeidet med å velge ut nye linjer.



Om forfatterne

Jon Magne Holten avsluttet våren 2002 sitt MSc-studium i Agroecology ved NLH (Holten, 2002). Fram til mars 2003 har han et internship på hovedkontoret til IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements) i Theley i Tyskland (www.ifoam.org).
E-post: happygoat28@yahoo.no



Anne-Kristin Løes er stipendiat ved NORSØK og holder på å avslutte en doktorgrad om P og K i økologiske dyrkingsystemer med lite tilgang på disse næringsstoffene.
E-post: anne.k.loes@norsok.no



Referanser

- Bertholdsson NO (2000). Ökad stresstolerans – nyckeln till en hög skörd och ett renare svensk jordbruk. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift 110, 214-225.
- Gahoonia TS, Care D og Nielsen NE (1997). Root hairs and acquisition of phosphorus by wheat and barley cultivars. Plant and Soil 191, 223-230.
- Gahoonia TS, Nielsen NE og Lyshede OB (1999). Phosphorus (P) acquisition of cereal cultivars in the field at three levels of P fertilization. Plant and Soil 211, 269-281.
- Holten JM (2002). Phosphorus uptake in six selected scandinavian wheat and barley cultivars at low soil phosphorus availability as related to root hair length. MSc-thesis in Agroecology, Norges Landbrukshøgskole. 52 s.
- Løes AK og Øgård AF (2001). Long-term changes in extractable soil phosphorus (P) in organic dairy farming systems. Plant and Soil 237, 321-332.
- Løes AK (2002). Rothår på bygg og hvete. Form og funksjon, i næringsløsning og i jord. I: U. Abrahmsen (red.) Jord- og plantekultur 2002. Grønn forskning 1/2002, s 214-219.
- Nielsen NE og Barber SA (1978). Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. Agronomy Journal 70, 695-698.
- Rømer W og Schenk H (1998). Influence of genotype on phosphate uptake and utilization efficiencies in spring barley. European Journal of Agronomy 8, 215-224.
- Sattelmacher B, Horst WJ og Becker HC (1994). Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 157, 215-224.
- Schjørring JK og Nielsen NE (1987). Root length and phosphorus uptake by four barley cultivars grown under moderate deficiency of phosphorus in field experiments. Journal of Plant Nutrition 10, 1289-1295.

Flory Gates stipendiefond Fred med Jorden

Vill du veta mera?

Se – www.fredmedjorden.se

eller skriv till

Flory Gates stipendiefond Fred med Jorden

Aringsåsvägen Marieberg 78

S - 342 34 Alvesta

Sverige

