

Mangelsjukdommer på nydyrket myr

Dyrkingsforsøk som viser misvekst og virkningene av mineralstoffer i jord og avling

Av Asbjørn Sorteberg

Innledning

I august 1978 var Norge vertsland, ved Det norske jord- og myrselskap, for et symposium holdt av The International Peat Society. Under en etterfølgende ekskursjon inngikk bl.a. tre demonstrasjonsfelter på Smøla. Feltene var anlagt på myr som ble oppdyrket samme vår. Hensikten var å vise noen av vanskelighetene som kultivering av disse myrene hadde bydd på siden bureisingen der startet på de store myrvidder omkring 1930, og de motmidler som en etter hvert er kommet fram til. Hovedvekten ved demonstrasjonen ble lagt på å vise effekter og samspill-effekter av kalk og mikronæringsstoffer samt fosfor. Som kjent har undersøkelser på Smøla vist at bindingen av fosfor er meget forskjellig for svakt om-laga myrjord og mineraljord i sin alminnelighet.

Ingen av feltene er blitt forsøksmessig høstet. Ett av feltene, felt 3, som tok sikte på å vise samspillvirkninger mellom molybden og kalk hos forskjellige radvekster, blir ikke nærmere kommentert.

Forsøksplaner og observasjoner

Felt 1 tok sikte på å vise jernmangel, ved klorose, og motmidler mot denne. På feltet ble det våren 1978 sådd havre, som erfaringsmessig reagerer sterkt for jernmangel.

Forsøksbehandlingen ved oppdyrkingen var:

- A. Kontroll = uten tilførsel av mineraljord eller hytteslagg
- B. 6 m³ mineraljord
- C. 300 kg hytteslagg

De tre hovedledd var alle kombinert med henholdsvis 200 kg og 1000 kg kalksteinsmjøl. Alle mengder er pr. dekar. Hytteslagget (fra Røros gruver) ble ikke analysert, men tidligere analyser av slagg derfra har vist et innhold på ca. 40 pst. jern og ca 0,6–0,7 pst. kopper. Alle ledd som blir omtalt her, ble i anleggsåret dertil tilført 5 kg kopparsulfat og årlig vanlig brukte mengder av nitrogen, fosfor og kalium.

Minste kalkmengde alene var klart for liten til helt å hindre jernmangel, mens slike symptomer ikke opptrådte ved den store kalkmengde. Derimot ga tilførsel av mineraljord eller hytteslagg helt grønne og friske planter selv ved minste kalkmengde. Resultatet var på det nærmeste ventet, og det faller pent inn i mønsteret slik en kjenner det tidligere fra Smøla.

Våren 1979 ble feltet tilsådd med timotei, også en følsom vekst for jernklorose. Ved begynnende skyting viste feltet stort sett samme bilde som havren året før. Både for mineraljord og hytteslagg var timoteien helt normal for begge kalkmengder. Mineraljord sto fullt så godt som hytteslagg, noe som også så ut til å være tilfallet for havren året før. Ledd A (kontroll) var tydelig dårligere, og ved minste kalkmengde var det også noe klorose.

I 1980 ble feltet inpsisert etter at timoteien hadde skutt, men før blomstring. Leddene med hytteslagg hadde da svær vekst og var avgjort bedre enn leddene med mineraljord, men også der var timoteien bra. På A-leddene var timoteien

sterkt redusert, og ved minste kalkmengde var det mye klorose.

Observasjoner fra dette feltet faller godt sammen med tidligere forsøksresultater fra samme sted. De synes ellers å bekrefte hva forsøk på Smøla og karforsøk med myrjord har vist, at hytteslagg ikke har full effekt mot jernklorose første året. De er ellers en påminnelse for praktikerne om at eng til silo eller høy basert på kravfulle grasarter som timotei og engsvingel, kan gi sterkt redusert avling hvis de nødvendige tiltak ikke blir tatt for å hindre jernmangel. Når hytteslagg i annet engår i dette forsøket har stått særlig godt, bør en ha i minne at 300 kg hytteslagg pr. dekar er en større mengde enn hva en tidligere har hatt med i forsøk (225 kg).

Avlingsprøver til kjemisk analyse ble uttatt i 1978 og 1979, begge år ved begynnende skyting, av henholdsvis havre og timotei.

Felt 2 hadde ledd med kombinasjoner av ulike mengder fosfor og kalk, der det i anleggsåret ble tilført henholdsvis 200 kg, 1000 kg og 1800 kg kalksteinsmjøl og etter tur 5 kg, 15 kg og 45 kg fosfor i superfosfat, alle mengder pr. dekar og i alle kombinasjoner. Vanlig brukte mengder av nitrogen og kalium ble gitt som grunn gjødsel til alle ledd, dertil 5 kg koppersulfat.

Hovedhensikten med dette feltet var å vise fosforskade ved sterk gjødsling med dette plantenæringsstoffet og hvordan denne forholder seg ved sterk variasjon i kalkmengde.

Også på dette feltet var det havre i 1978. Figurene 1–3 viser fotos av havren straks før skyting. Av disse vil det framgå at ikke bare stor fosformengde, men også liten kalkmengde øker faren for fosforskade. Havren hadde ellers noe klorose ved minste kalkmengde.



Figur 1. Felt 2. 45 kg P + 200 kg kalkst. mjøl. Sterk fosforskade (svidde bladspisser).



Figur 2. Felt 2. 45 kg P + 1800 kg kalkst. mjøl. Moderat fosforskade.



Figur 3. Felt 2. 15 kg P + 1800 kg kalkst. mjøl. Ingen fosforskade.

Våren 1979 ble feltet tilsådd med timotei. Både dette året og i 1980 ble alle ruter gjødslet likt med fullgjødsel A 14-6-16, svarende til 100 kg pr. dekar, dvs. 6 kg P. I løpet av de tre år ble det således med stigende fosformengde i anleggsåret tilført etter tur 17, 27 og 57 kg P pr. dekar. I 1979 var det betydelig klorose på timoteien ved svakeste kalking, og i 1980 var det klorose også ved de større kalkmengder, men tydelig avtakende klorose for økende kalkmengde.

Fra dette feltet ble det tatt avlingsprøver til kjemisk analyse i årene 1978, 1979 og 1980, og jordprøver ble tatt i 1979, 1980 og 1983. Etter 1980 ble feltet ikke forsøksmessig gjødslet, og ved jordprøvetakingen i 1983 var det gått ut av drift.

Avlingsprøvene de to første år ble tatt samtidig som på felt 1. I 1980 ble de tatt etter timoteien hadde skutt, men før den begynte å blomstre. Prøvene fra timoteienga besto begge år vesentlig av timotei, men innslag av andre grasarter, således hvein, er kommet med i den kjemiske analyse.

Jordprøvene i 1980 ble dessverre borte under forsendelsen. Prøvene i 1979 og 1983 ble tatt med 9 stikk pr. rute/ledd til 30 cm dybde. Hvert stikk ble delt i to, «øvre» og «undre» del, som i 1979 var henholdsvis 20 og 10 cm, mens de i 1983 begge var 15 cm.

Kjemiske analyser av avling

Analyseprogrammet for begge felter omfatter bestemmelse av fosfor, kalsium, kobber og jern, men jernbestemmelsene ble sløyfet i 1980 for felt 2. Jernanalyse som var utført til da, var til dels motstridende for ulike år med bakgrunn i forsøksbehandlingen, og nærmest tilfeldige om en sammenligner de ulike ledd. Variasjonen i innhold var ellers moderat

med ca 30–40 mg jern pr. kg tørrstoff for de fleste ledd. Moderat variasjon i jerninnhold i avlingsprøver og liten sammenheng med forsøksbehandlingen er også det en oftest har funnet tidligere både i markforsøk på Smøla og i karforsøk med myrjord (Sorteberg 1961 og 1979). Tydelig virkning av forsøksbehandlingen har en derimot fått ved høsting av plantene på et tidligere utviklingstrinn (Sorteberg 1980).

For felt 1 avvek kontrollleddene (A) både i avlingsstørrelse og kjemisk innhold nokså mye fra leddene med mineraljord (B) og hytteslagg (C). For mineraljord og hytteslagg er differansene i innhold stort sett små, og disse ledd er derfor slått sammen i tabell 1. Tabellen viser det ikke overraskende at kalsiuminnholdet både i havre (1978) og i timotei (1979) er betydelig høyere etter største enn etter minste kalkmengde. I tidligere karforsøk ved Institutt for jordkultur (Sorteberg 1970) har det også til dels, men ikke alltid, vært tydelig økning i det prosentiske innhold i avlingen av havre dyrket i torvjord fra Smøla ved sterk økning i kalktilførselen. I de nevnte karforsøk var økningen i det prosentiske kalsiuminnhold ellers mye større ved økt tilførsel av kalsium i nøytralsalter (som gjødsel) sett på bakgrunn av tilført mengde kalsium. Av tabell 1 ser en ellers at det relative innhold av fosfor og kobber er to til tre ganger så høgt i timotei som i havre. Økt kalkmengde har liten og ikke entydig virkning på fosforinnholdet, mens virkningen på kobberinnholdet ikke er ubetydelig, men går i ulik retning for de to vekster.

For felt 2 er det vanskelig helt å kunne sammenligne analysetallene. Som i felt 1 var det også her to vekster, havre i 1978 og timotei i de to siste år. Dertil har den store variasjonen i fosfordoseringen

første året virket sterkest på havren. Med disse reservasjoner er noen *middeltall* for kjemisk innhold ført opp i tabellene 2–4. Følgende kommentar skal gis:

For kalsium viser tallmaterialet moderat årsvariasjon. I tabell 2 er derfor bare middeltall for år tatt med. Økningen i det prosentiske innhold av kalsium er betydelig fra minste til midlere kalkmengde,

dvs. den går i samme retning som for felt 1, men den er mindre. Største kalkmengde har ikke økt kalsiummengden ytterligere. Økningen i kalsiuminnhold for økende fosformengde må antas å bero på superfosfatets kalsiuminnhold (jfr. hva som tidligere er vist til om økt opptak av kalsium ved gjødsling med nøytralsalt av kalsium).

Tabell 1. *Felt 1. Innhold av kalsium og fosfor i avlingen i % av tørrstoffet. For kopper i mg/kg tørrst. Middelt for B (mineraljord) og C (hytteslagg).*

År og vekst Kalkmengde	1978, havre		1979, timotei	
	CaO1	CaO2	CaO1	CaO2
Innhold av Ca	0,14	0,34	0,14	0,28
Innhold av P	0,14	0,17	0,38	0,36
Innhold av Cu	2,8	3,3	9,5	6,1

Tabell 2. *Felt 2. Innhold av kalsium i % av tørrstoffet. Middelt for årene 1978 (havre), 1979 og 1980 (timotei).*

Kalk	P1	P2	P3
CaO1	0,22	0,29	0,34
CaO2	0,37	0,38	0,41
CaO3	0,35	0,39	0,43

For fosfor (tabell 3) er bare ytterpunktene for kalk og år tatt med. Fosforinnholdet ved midlere kalkmengde lå nærmere største enn minste kalkmengde, og for 1979 lå det nærmere 1980 enn 1978. Ta-

bellene viser at første året øker det prosentiske innhold av fosfor i avlingen sterkt ved økning av tilført fosfor. Økningen er sterkere ved svak enn ved sterk kalking. Dette stemmer godt med flere tidligere undersøkelser, således karforsøk med myrjord fra Smøla ved Institutt for jordkultur. I tabell 3 ser en ellers at fosforinnholdet er høgt selv ved minste mengde fosfor ved minste kalkmengde. En merker seg også at virkningen selv av største fosformengde er helt eller på det nærmeste ebbet ut i 1980. Ikke overraskende er virkningen varigere av forråds-gjødslingen ved største kalkmengde, der opptaket av fosfor tidligere var mindre.

Tabell 3. *Felt 2. Innhold av fosfor i % av tørrstoffet.*

Kalk	År	P1	P2	P3
CaO1	1978	0,42	1,05	1,59
	1980	0,55	0,62	0,56
CaO3	1978	0,24	0,58	1,10
	1980	0,25	0,27	0,30

Innholdet av kopper framgår av tabell 4. Det avtar med stigende kalkmengde, særlig i timotei (1979 og 1980). For stigende fosformengde øker kopperinnholdet i timotei ellers sterkt ved minste kalkmengde, mens virkningen tallmessig er langt mer beskjeden ved sterkere kalking. I havre er virkningen av den ulike fosfortilførselen på kopperinnholdet liten og ikke entydig.

Av tabell 4 merker en seg det mye større innhold av kopper i timotei enn i havre. Ved minste kalkmengde er innholdet da så høgt at det antakelig ville være forbundet med risiko som ensidig fôr til sau. Innholdet går ellers ned mer eller mindre i alle ledd annet engår, kanskje på grunn av at avlingsprøvene da ble uttatt på et seinere stadium i utviklingen enn i 1979.

Da feltet ikke ble forsøksmessig høstet noe år, har en ingen tall for avlingens størrelse. En kan således ikke på denne måte få noen formening om avlingsøkning har ført til nedgang i det relative innhold av mineralstoffer (fortynningseffekt), eller det motsatte. Dette kunne vært av betydning, særlig for virkningen av fosforgjødslingen på det relative innhold av kalsium (tabell 2) og kopper (tabell 4). Etter de noteringer som ble gjort ved feltinspeksjonen, er det imidlertid ikke noe som tyder på at økt fosfordosering har ført til redusert avling, selv ikke for havre i 1978 da sterk fosforgjødsling førte til mye svidde bladspisser, særlig ved svak kalking.

Tabell 4. *Felt 2. Innhold av kopper, mg/kg tørrstoff.*

Kalk	År	P1	P2	P3
CaO1	1978	5,3	6,3	6,1
	1979	18,4	20,9	27,4
	1980	14,2	19,7	19,8
CaO2	1978	4,0	3,0	4,8
	1979	10,7	10,9	10,9
	1980	7,4	7,0	9,9
CaO3	1978	4,1	3,7	3,8
	1979	7,4	7,7	8,2
	1980	4,6	5,0	5,9

Jordanalyser

Borstikk for jordprøver ble skjønnesmessig delt horisontalt, vurdert etter fargen av jordsjiktene for hva som måtte være påvirket av kultivering og hva som fortsatt var upåvirket. Om denne vurdering har vært noenlunde rett, er vanskelig å si.

I jordprøvene ble pH og fosforinnhold

det bestemt, som uorganisk P og organisk P (etter Damsgaard-Sørensen).

pH-verdiene framgår av tabell 5. Begge år stiger pH i øvre sjikt med noenlunde like tallverdier for hver kalkdose. Den lågere pH i 1979 enn i 1983 kan skyldes gjødslingen med superfosfat i 1978. Den ulike delingen av prøvestikkene kan også ha ført til høyere pH i 1983, både i øvre

og undre sjikt. Virkningen av økt kalkmengde har også ført til en svak stigning i pH i undre sjikt. Av tabellen framgår ellers ikke at i øvre sjikt har pH begge år hatt en svak stigning for økt fosformengde (middel av de tre kalkledd), med

0,2–0,3 pH-enheter fra minste til midlere fosformengde, men ingen ytteligere stigning til største mengde. Dette er ikke urimelig, da superfosfat erfaringsmessig fører til heving av pH når denne er under ca. 6 i jorda.

Tabell 5. *Felt 2. pH i jordprøver ved ulik kalking. Middell for 3 P-mengder.*

År	Sjikt	CaO1	CaO2	CaO3
1979	0–20 cm	4,3	5,0	5,5
	20–30 cm	4,1	4,1	4,3
1983	0–15 cm	4,5	5,2	5,8*)
	15–30 cm	4,4	4,6	4,7

*) Prøve P3 mangler, pH vurdert

I tabell 6 finner en virkningen på fosforinnholdet i jorda av fosforgjødslingen, de tre kalkmengder sett under ett. Fosforinnholdet i jorda ble ikke bestemt før feltet ble anlagt, men det er neppe grunn til å anta at dette har variert nevneverdig vertikalt for de to sjikt før oppdyrkingen. Går en ut fra dette, har innholdet av de to fosforfraksjoner i det øverste sjikt tiltatt for alle fosformengder når en sammenligner med undre sjikt. Ser en bort fra at innholdet av organisk fosfor i undre sjikt er noe høyere i 1979 for P3 enn for de mindre fosfordoser, varierer den organiske fraksjon svært lite både når det gjelder år og tilført fosformengde. Dette virker heller ikke urimelig da den mikrobiologiske aktivitet her må være vesentlig

ugunstigere, kanskje mest på grunn av fysiske forhold, men også på grunn av større surhet og knappere tilgang på næringsstoffer enn i «matjordsjiktet». I det øverste sjikt er innholdet større, men det er ingen tydelig forskjell på innhold av organisk fosfor som følge av fosfortilførsel og ulike år. Selv minste fosformengde ser ut til å ha vært stor nok til å gi optimale forhold for omsetningen av det organiske materiale. Innholdet av uorganisk fosfor stiger derimot med økende fosfortilførsel i begge jordsjikt, særlig da i det øverste. Stigningen er tydelig selv i 1983, noe som indikerer at denne rest må være noe tyngre løselig siden den ikke er vasket ut.

Tabell 6. *Felt 2. Fosfor i jordprøver, mg P/100 g tørrstoff. Middell for 3 kalkmengder.*

År	Jordsjikt	P 1			P 2			P 3		
		Uorg	Org	Sum	Uorg	Org	Sum	Uorg	Org	Sum
1979	0–20 cm	5	47	52	9	43	52	28	48	76
	20–30 cm	2	32	34	4	35	39	16	41	57
1983	0–15 cm	8	46	54	9	52	61	14	43	57
	15–30 cm	4	36	40	4	34	38	7	34	41

Noen jordanalyser fra et eldre forsøk

I en tidligere publikasjon (Foss og Sorteberg 1971) er det gjort rede for avlingsstørrelser fra et forsøksfelt på forsøksgården Moldstad på nydyrket myrjord som gikk i 13 år (1957–69). Feltet ble kalket i oppdyrkingsåret med henholdsvis 0, 300, 600 og 900 kg beregnet som CaO pr. dekar. Hvert ledd for kalk var kombinert med ulike mengder superfosfat, der det

her bare blir tatt med to ledd som ble gjødslet årlig og i sum for de 13 år fikk tilført etter tur 450 og 900 kg superfosfat pr. dekar eller ca. 38 og 76 kg P. De første 3 år ble det dyrket havre, de påfølgende 9 år timotei og det siste året havre. Våren 1970 ble det tatt jordprøver til 20–22 cm dybde til kjemisk analyse. De mest interessante analysetall framgår av tabell 7.

Tabell 7. Felt 56. Fosfor i jordprøver, mg P/100 g tørrstoff. Tilført over 13 år. P1:ca. 38 kg P, P2:ca. 76 P/dekar.

CaO kg/dekar	pH, 4 paralleller	P 1 (2 paralleller)				P 2 (2 paralleller)			
		Uorg	Org	Sum	Vannl	Uorg	Org	Sum	Vannl
0	4,5–4,6	7	35	42	6	15	31	46	7
300	4,8–4,9	17	44	61	8	45	47	92	12
600	5,0–5,1	29	57	86	10	90	53	143	15
900	5,3–5,5	35	55	90	9	104	54	158	16

Bakgrunns materialet for analysetallene er naturligvis vesentlig bedre for dette feltet enn for felt 2, særlig ved at dette forsøket har gått i mange år og at jordprøvene er tatt kort tid etter at forsøket ble avsluttet. Analysetallene for fosfor bygger også på paralleller, som stort sett viste god overensstemmelse.

Om analysetallene fra de to felter til dels spriker sterkt, viser de også fundamentale likheter. Således viser fraksjonen organisk fosfor heller ikke her noen økning ved økt fosformengde i de ledd det er tilført kalk. «Metningspunktet» ligger riktignok litt høyere i dette forsøket, noe som må antas å bero på den mye lengre forsøksperiode. Mengden av uorganisk fosfor stiger derimot sterkt. Den langt sterkere økning her enn i felt 2 står antakelig i forbindelse med at i felt 2 ble de store doseringer tilført i anleggsåret. Det er også rimelig at bindingsmekanismen for fosfor som følge av kalkingen

har endret seg over tid. Mens felt 2 ikke viste noen sammenheng mellom fosfor og kalk, er det her en sterk sammenheng mellom innhold av uorganisk fosfor og tilført mengde kalk og pH. Den sterke økning av denne fosforfraksjonen ved økt kalking er naturligvis hva en burde vente sett i relasjon til det mindre innhold en finner i plantene og den mindre utvasking en får ved en sterkere kalking, alt som følge av en sterkere binding av fosfor i denne type myrjord ved sterkere kalking.

Den relativt låge andel av uorganisk fosfor som er funnet som vannløselig, styrker antakelsen i omtalen av felt 2 at en større del må være til stede i en tyngre løselig form.

Sammendrag

For to kortvarige forsøksfelter på nydyrket myrjord på Smøla omfattet forsøksplanen for det ene stigende mengder kalk

kombinert med 6 m³ mineraljord og 300 kg hytteslag, pr. dekar. For det andre feltet inngikk stigende mengder kalk og superfosfat i planen. Det ble dyrket havre første året, deretter timotei. Begge vekster i de to forsøkene viste jernmangel ved svak kalking (200 kg kalksteinsmjøl pr. dekar). Avlingene ble ikke veid, men det var helt klart at både mineraljord og hytteslag ga svære meravlinger ved svak kalking. Hytteslaggets gode virkning må godskrives jerninnholdet. Mineraljordas gode virkning skyldes sannsynligvis fysiske endringer i jorda som sekundært har virket på jernets tilgjengelighet for plantene. Sterk fosforgjødsling, særlig sammen med liten kalkmengde, førte til skadevirkning på havre (fig. 1–3). I avlingsprøver fra begge feltene ble innholdet av noen mineralstoffer bestemt. Betydelige variasjoner er funnet i tørrstoffet av Ca, P og Cu (tab. 1–4). I jordprøver fra to dybdesjiktene har stigende mengder P ført til merkbar stigning i innholdet av uorganisk P (tab. 6). Ved avslutningen av et 13-årig forsøksfelt samme sted med stigende mengder kalk og fosforgjødsel, økte innholdet av uorganisk P sterkt både med stigende P-gjødsling og økt kalkmengde. Innholdet av organisk P økte også ved kalking, men ikke til største mengde, og ikke for økt P-mengde (tab. 7).

Forfatteren takker *Professor M. Ødeliens Fond*, som har dekket alle utgifter til reiser og kjemiske analyser av jord og avling ved denne undersøkelsen.

Summary

In a short term field experiment on new reclaimed bog land (pH ca. 4,5) the experimental design included increa-

sing rates of lime, in combination with increasing rates of P in superphosphate. In another field experiment the design included addition of 60 m³ mineral soil, respectively 3 tons of iron rich slag per hectare. At low liming oats and timothy showed distinct better growing for mineral soil or slag than on control plots, where the plants showed distinct symptoms of iron deficiency (interveinal chlorosis). High rate of phosphorus, particularly combined with low liming, led to toxicity in oats (Figures 1–3). The chemical content of some elements in oats (1978) and timothy (1979 and 1980) was shown for Ca (Tables 1 and 2), for P (Table 3) and for Cu (Table 4). Table 5 shows the pH values and Table 6 the content of inorganic and organic P in soil samples. Table 7 presents the content of organic and inorganic P and water soluble P in the top soil after the end of a 13 years long term field experiment on new reclaimed bog land.

Litteratur

- Sorteberg, A. 1961. Kar- og markforsøk med kopper og jern. Forskn.forsøk landbr. 81–139.
- Sorteberg, A. 1979. Virkningen av gjødsel med ulikt kalsiuminnhold på avling og kjemisk innhold i havre, bygg og raigras dyrket i hvitmosetorv. Jord og Myr 191–200.
- Sorteberg, A. 1980. The crop yield of oats, barley and ryegrass grown in peat soil, as influenced by CaCO₃/ NaOH and fertilizers with different content of calcium. 6th Int. Peat Congress, Duluth, Minn. 477–479.
- Sorteberg, A. 1970. Kalsiuminnhold i plantene, særlig sett på bakgrunn av gjødsling. Inf.møte Hurdalssjøen 3.–7. Febr. 26–28.
- Foss, Kr. og A. Sorteberg, 1971. Et 13-årig forsøk på Ny Jords forsøksgard Moldstad. Ny Jord 4–10.