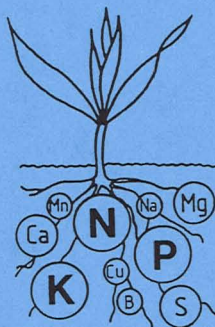




Två fältförsök med jämförelse mellan konventionell och ekologisk fosforgödsling

Two Field Experiments with Comparison between Con- ventional and Ecological Phosphorus Fertilization

Käll Carlgren



**Institutionen för markvetenskap
Avd för växtnäringslära**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 197
Report**

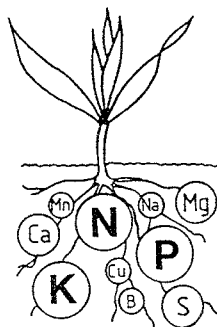
Uppsala 1996
ISSN 0348-3541
ISRN SLU-VNL-R--197-SE



Två fältförsök med jämförelse mellan konventionell och ekologisk fosforgödsling

Two Field Experiments with Comparison between Con- ventional and Ecological Phosphorus Fertilization

Käll Carlgren



**Institutionen för markvetenskap
Avd för växtnäringslära**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 197
Report**

Uppsala 1996
ISSN 0348-3541
ISRN SLU-VNL-R--197-SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	7
FÖRUTSÄTTNINGAR	
Belägenhet	7
Jordarter	7
Kemiska jordegenskaper	8
MATERIAL OCH METODER	
Ny försöksplan	9
Mykorrhizaundersökning	11
Statistik	12
RESULTAT	
Kornskördar	12
Vallskördar	13
Växtnäringshalter i grödorna	14
Kornkärna	14
Vallskördar	15
Fosforskördar	15
i kornkärnan	15
i vallgrödan	16
Jordanalyser	16
Växtprover	17
Analyser år 1991	17
Analyser år 1994	17
ALLMÄN DISKUSSION	
Kornskördar	18
Vallskördar	19
Jordanalyser	19
Växtprover	20
Tungmetaller	20
SUMMARY	21
REFERENSER	22

TVÅ FÄLTFÖRSÖK MED JÄMFÖRELSE MELLAN KONVENTIONELL OCH EKOLOGISK FOSFORGÖDSLING

- * Ett antal äldre fosforgödslingsförsök stod 1990 i begrepp att avslutas. Två försök med stora ledvisa skillnader i jordfosforhalt fick fortsätta.
- * Syftet var att jämföra skördarna efter tillförsel av ett lösligt fosforgödselmedel, P20, och ett svårsligt råfosfat i två odlingssystem utan stallgödsel.
- * Samma grödor odlades i systemen men gödslingen var olika. Kvävetillförseln var större i den konventionellt odlade stråsäden. I det ekologiska systemet tillfördes kvävet med nötkreatursurin och klöverinsådd. Fem ggr mera fosfor, räknat som kg P/ha, tillfördes i råfosfat jämfört med P20.
- * Skördarna av stråsäd och vall i kg/ha och kg P/ha, blev större i det konventionella systemet.
- * De ökade givorna av råfosfat räckte alltså inte till för att ge likstora fosfor-skördar i de båda odlingssystemen.
- * Den ekologiskt odlade vallen konkurrerade bättre än stråsäden med motsvarande konventionella gröda.
- * På den lägsta jordfosfornivån (P-AL-klass I) förbättrade förmodligen symbiosen med mykorrhiza i det ekologiska systemet stråsädens fosforupptagning.

INLEDNING

Vid avdelningen för växtnäringslära fanns 1990 ett antal över 25 år gamla fosforgödslingsförsök, som stod i begrepp att läggas ned. I dem fanns väl etablerade skillnader mellan halter av lättlöslig jordfosfor i försöksled som fått olika fosforgödsling. Försöken hade fyra upprepningar. Två av försöken utvaldes och behandlades så att halva försöket odlades konventionellt och halva ekologiskt (utan fast kreaturgödsel men med tillförsel av urin). Ett svenskt försöksmaterial för jämförelser mellan dessa två typer av odlingssystem saknades 1990 nästan helt.

År 1991-94 behandlades försöken enligt den nya försöksplanen. Avsikten var att jämföra de båda odlingsinriktningarna vad gällde torrsubstansskördar, fosforskördar och jordfosforhalter.

Genom den nya försöksutformningen skulle det vara möjligt att se om råfosfatbehandlingen svarade mot växternas krav på en adekvat fosfortillförsel, särskilt vid lägre jordfosforhalter.

Mykorrhiza är svampar som gärna utvecklar symbios med växter, och denna egenskap har betydelse för växtens fosforupptagning vid låga halter av lättlöslig markfosfor. Förekomsten av vesikuär-arbusculär mykorrhiza (VAM) skulle registreras i blocken med ekologisk inriktning och jämföras med den i de konventionella.

FÖRUTSÄTTNINGAR

Belägenhet

Försöken var belägna dels i Uppsala, dels i Västernorrlands län, på Ultuna (60° N, 17° E) resp. Öfers (63° N, 17° E) försöksgårdar. När dessa platser valdes ut nära nog garanterades en noggrann skötsel av försöken, vilket var speciellt viktigt då det här gällde långliggande försök.

Jordarter

Ultunajorden var en något mullhaltig postglacial styv lera, vilken delvis underlagrades av glaciallera innehållande kalk. På Öffer var jordarten en måttligt mullhaltig sedimentär mellanlera med mjälainslag.

Kemiska jordegenskaper

De ursprungliga försöken startades 1963 som långliggande fosforgödslingsförsök. Försöksbehandlingarna var stigande mängder av fosfor i form av trippelsuperfosfat (P20): 0, 5, 15 och 45 kg P ha⁻¹ årligen. Dessutom fanns två försöksled med förrådsgödslingar av fosfor: 30 kg P och 270 kg P i superfosfat vart 6:e år. De fanns med i försöken även efter omläggningen men behandlas ej i denna sammanställning.

Ovanstående behandlingar upphörde år 1990. Då hade i de sex försöksleden hunnit utvecklas stora variationer i markens fosforhalt till följd av de under lång tid utförda försöksbehandlingarna. I tabell 1 visas några jordegenskaper uppmätta på matjordsprover uttagna hösten 1990.

Analysvärdena för Offer och Ultuna i tabell 1 var av samma storleksordning, blott små differenser skiljde försöksplatserna åt. Mellan försöksleden skiljde sig dock analysvärdena markant åt, särskilt för halterna av löslig fosfor, P-AL. Försöksplatserna var därför synnerligen lämpliga att använda för att göra jämförelser mellan lösliga och svårsliga fosforgödselmedel.

Kaliumhalterna i matjorden låg lägre på Offer än på Ultuna (visas ej) men bedömdes i båda försöken vara tillräckligt höga för att inte störa fosforundersökningen.

pH-värdena var likartade i båda försöken och i de fyra ursprungliga försöksleden (tabell 1).

Tabell 1. Jordanalyser från försöken vid start av den nya försöksinriktningen. Leden med förrådsgödsling ej medtagna

Table 1. Easily soluble phosphorus and pH analyses from sites Ultuna and Offer at start of the adjustment of the trials. Only yearly treatments

Försöks plats	Gödslings- nivå, kg P ha ⁻¹ år ⁻¹ <i>Fertilizer level, kg P ha⁻¹ year⁻¹</i>	P-AL	pH _{eq}
<i>Site</i>		<i>P-AL</i>	<i>pH_{eq}</i>
Ultuna	0	1.3	6.3
	5	1.7	6.3
	15	3.1	6.4
	45	8.5	6.3
Offer	0	1.2	6.1
	5	nd	6.5
	15	2.9	6.2
	45	9.6	6.2

MATERIAL OCH METODER

Ny försöksplan

I ett förberedande kärlförsök med rajgräs där svårlösligt sedimentärt råfosfat och lättlösligt trippelsuperfosfat (P20) jämfördes, blev resultatet att en fem gånger så hög giva av fosfor, mätt som kg P per ha, behövde tillföras av råfosfat för att nå en lika hög fosforkörd som erhöles med P20. Denna proportion mellan P20 och råfosfat användes sedan i de här redovisade fältförsöken.

I den nya försöksplanen ingick att grödorna så mycket som möjligt skulle vara desamma i båda odlingssystemen med tillförsel av lättlösliga mineralgödselmedel i det konventionella odlingssystemet. I den andra halvan av försöken, i vad man definierar som ett ekologiskt system, användes svårlösliga gödselmedel samt, för kvävetillförseln skull, luftkvävebindande klöver och nötkreatursurin, som innehåller blott spår av fosfor. Stråsäden i det alternativa systemet såddes alltid in med klöver. Fosfor tillfördes med sedimentärt råfosfat (innehållande 50 % CaO) och kalium tillfördes med Adularia samt även med nötkreatursurinen.

I det konventionella systemet tillfördes växtnäringen via lättlösliga handels-

gödselmedel, N28, P20 och KCl.

Ingen stallgödsel, utöver urinen i den ekologiska delen av försöken, användes, detta för att inte komplicera jämförelsen mellan lättlösliga och svårlösliga fosforgödselmedel vilken var huvudsyftet med experimentet. För lantbrukare bedömdes det vara värdefullt att veta om mera fosfor behövde tillföras när man övergick från ett konventionellt odlingssystem till ett ekologiskt med svårlösliga mineralgödselmedel.

I tabell 2 redovisas grödor samt gödselgivor för de båda odlingssystemen. År 1991 såddes och skördades korn i båda försöken. På våren 1992 såddes vall av vilken en skörd skulle tas på sensommaren samma år. På grund av ymnig ogräsförekomst och regnigt väder togs ingen vallskörd på Ultuna detta år, utan vallen plöjdes upp på sommaren och nysåddes på hösten. På Offer kunde inte heller någon vallskörd tas 1992 på grund av regnig väderlek. Vallen fick dock ligga kvar. År 1993 kunde två vallskördar bärgas i båda försöken.

Före sådd av kornet 1991 gavs kalium och fosfor i låga givor. Den tänkta vallen 1992-93 PK-gödslades hösten 1991 före plöjning. Eftersom ingen vall skördades 1992 gavs till 1993 års vallskörd ingen ytterligare PK-gödsling, förutom att kalium sommaren 1993 i det ekologiska systemet tillfördes med urinen. Kornet 1994 slutligen, fick en kraftig PK-gödsling vid upplöjning av vallen på hösten 1993 samt en giva kalium med urinen på försommaren 1994.

I det konventionella systemet användes i praktiken brukliga givor av N28, kalkammonsalpeter, i den alternativa delen användes kvävebindande klöver och nötkreatursurin.

Ingen ogräsbekämpning utfördes.

Tabell 2. Tillförda mängder av kväve, fosfor och kalium i mineralgödselmedel under försöksperioden, kg ha⁻¹. Ultuna = Ul och Offer = Of. I det konventionella odlingssystemet användes lättlösliga, i det ekologiska svårlösliga gödselmedel utom av kväve (N) som tillfördes med nötkreatursurin (mängder redovisas i tab.) och genom insådd av klöver (redovisas ej i tab.). Kalium (K) tillfördes delvis med Adularia (mängder redovisas i tab.), delvis via urinen (redovisas ej i tab.)

Table 2. Added nitrogen, phosphorus and potassium, kg ha⁻¹, in mineral fertilizers during the experimental period. Ul=site Ultuna and Of=site Offer. In the conventional cropping system nutrients were added by easily soluble fertilizers, in the ecological by difficultly soluble fertilizers except for nitrogen (N) that was added as cattle urine (amounts shown) and by undersown clover (amounts not shown). Potassium in the ecological system partly added as Adularia (amounts shown), partly added in the urine (amounts not shown)

År Year	Gröda Crop	Konventionell odl. Conventional syst.			Ekologisk odl. Ecological syst.		
		N	P	K	N	P	K
Ul	-91 Korn	80	4	30	-	20	30
	-92 -	25	28	90	-	138	90
	-93 Vall I	2x30	-	-	2x20	-	2x45
	-94 Korn	80	23	30	40	113	110
Of	-91 Korn	80	4	30	27	20	65
	-92 -	25	28	90	-	138	90
	-93 Vall I	2x30	-	-	1x20	-	-
	-94 Korn	80	23	30	40	113	80

Mykorrhizaundersökning

I en kronologisk serie jordprover, uttagna när försöken drevs som enkla gödslingsförsök 1963-1990, räknades antalet mykorrhizasporer. Analyserna visade att antalet sporer med tiden ökade i försöksleden med låg jordfosforhalt. Signifikant högst var antalet i det led som ej fick någon gödselphosfor (Mårtensson et al. 1994). Men även i det högsta gödslingsledet hittades en del sporer. Därmed fanns också möjligheten att mängden mykorrhiza så småningom kunde uppföras igen om fosforgödslingen skulle upphöra.

Växtprover togs 1991 och 1994, två gånger per år, i stadium Zadoks 25-29 "i slutet av bestockningen" och i stadium Zadoks 50-59 "tre fjärdedelar av axet framme", efter omställningen till systemförsök. Fosforupptagningen var livligast under plantornas gröna stadium och det var därför betydelsefullt att se vad

jorden kunde leverera när näringsupptagningen var livlig. Fyra stycken exakt 0.5 m långa sårader avklippes med sax i varje ruta, torkades och vägdes. Rötter med vidhängande jord från samma sårader samlades också in och djupfrystes.

Någon ytterligare undersökning av mykorrhizaförekomsten efter att den nya försöksplanen börjat användas har tyvärr inte utförts på grund av medelsbrist. Växtproverna är dock analyserade på sitt NPK-innehåll och de resultaten, som till en del är intressanta, redovisas nedan. Rotproverna däremot, i vilka infektionstrycket av mykorrhizasvamparna skulle mätas, är fortfarande sparade djupfrysta. Flera ansökningar om medel för att undersöka detta material har ingivits men de har tyvärr blivit obeaktade. Förfrågningar till studenter på markinstitutionen huruvida någon var intresserad av att utnyttja materialet till ett examensarbete har inte heller givit något positivt resultat. På grund av besparingar som drabbat SLU har vi själva inte heller haft medel till att göra några flera mykorrhizaundersökningar.

Statistik

De beroende skördevariablerna testades mot de oberoende faktorerna försöksplats, skördeår, odlingssystem och halt av lättlöslig fosfor i matjorden tillsammans med alla tänkbara tvåfaktorsamspel. SAS, version 6.03, procedur GLM användes (SAS 1995).

RESULTAT

Nedan redovisas skördar, växtnäringshalter, fosforskördar och jordanalyser från de fyra år som de två fältförsöken drevs i form av kombinerade odlingssystem- och växtnäringsförsök (åren 1991 till 1994).

Kornskördar

Under 1990, sista året före den egentliga försöksperioden, odlades korn, i den ekologiska delen med insådd av rödklöver. Detta gav kväve till 1991 års korngröda. Åren 1991 och 1994, första och sista året av den egentliga försöksperioden, odlades också korn, också i den ekologiska delen med insådd av rödklöver. År 1991 erhöll det ekologiska kornet på Offer nötkreatursurin men inte kornet på Ultuna. 1994 erhöll båda försöken urin i den ekologiska delen, för mängderna av urinkväve se tabell 2. I den konventionella delen gödslades med handelsgödselkväve (N28).

I det ekologiska systemet tillfördes kornet mindre mängder kväve än i det konventionella. Detta kompenserades delvis av klöverinsådden vars kväveverkan dock var svår att uppskatta.

Variationsanalysen gav till resultat att det för faktorerna försöksplats och

odlingssystem fanns signifikanta skillnader mellan kärnskördarna. På Ultuna skördades signifikant större kärnskördar än på Offer och de konventionella kornskördarna var, beroende på de större kvävegivorna, överlägsna de ekologiska.

Matjordens fosforhalt spelade ej någon större roll för kärnskördens storlek och inget samspel var statistiskt signifikant.

Nedan visas resultatet av en T-test för odlingssystemets inverkan på kärnskördens storlek (de försöksled där fosfor enligt den ursprungliga planen gavs som förrådsgödsling ej medtagna).

Tabell 3. Odlingssystemets inverkan på skörd av kornkärna 1991 Och 1994. Ultuna och Offer. Duncan: skördesiffror åtföljda av samma bokstav är ej signifikant skilda åt

Table 3. Influence of cropping system on size of barley grain harvest 1991 and 1994. Sites Ultuna and Offer. Duncan: Harvest figures followed by the same letter were not significantly different

Odlingssystem <i>Cropping system</i>	Ant. obs <i>No. obs</i>	Skörd, kg ha ⁻¹ <i>Yield, kg ha⁻¹</i>
Konventionellt <i>Conventional</i>	16	3340 ^a
Ekologiskt <i>Ecological</i>	16	2120 ^b

Vallskördar

Två vallskördar per försök togs år 1993. De konventionella vallskördarna var för skörd nr 1 i genomsnitt 50 % högre än de ekologiska, men i skörd nr två var denna skillnad nästan helt utplånad. Nedan redovisas totalskördarna (tabell 4).

Givan av lättlösligt kväve till vallen, i det konventionella systemet tillförd med mineralgödselmedel och i det ekologiska med urin, var något större i det konventionella odlingssystemet än i det ekologiska (tabell 2). Å andra sidan hade det ekologiska systemet nytta av den insådda klöver.

För den totala torrsubstansskörden förelåg säkra skillnader dels mellan försöksplatser där Offer gav högst skörd, dels mellan odlingssystem där det konventionella var överlägset, dels mellan halter av lättlöslig fosfor i matjorden, där den största vallskörden erhöles där P-AL-talet var högst. Samspelet försöks-

plats x odlingssystem var signifikant innebärande att skillnaden mellan odlings-systemen var mindre på Ultuna än på Offer.

För vallskördarna i båda odlingssystemen tillsammans fanns signifikans för att den högsta skörden erhöles där fosfortillståndet i matjorden var bäst, dvs. där fosforgödslingen enligt den ursprungliga försökplanen årligen var 45 P, kg/ha och P-AL-talen vid starten av odlingssystemprojektet därför låg högt (klass IV). Mellan övriga ursprungliga fosforgödslingsled fanns inga signifikanta skillnader för vallskörden, dock en tendens att låga P-AL-tal genererade låga vallskördar.

Tabell 4. Odlingssystemets inverkan på vallskördens storlek. Ultuna och Offer. Duncan: Odlingssystem åtföljda av samma bokstav var ej signifikant skilda åt
Table 4. Influence of cropping system on size of ley harvest.
Sites Ultuna and Offer. Duncan: Harvest figures followed by the same letter were not significantly different

Odlingssystem <i>Cropping system</i>	Ant. obs. <i>No. obs</i>	Skörd, kg ts ha ⁻¹ <i>Yield, kg DM ha⁻¹</i>
Konventionellt <i>Conventional</i>	8	6340 ^a
Ekologiskt <i>Ecological</i>	8	4950 ^b

Växtnäringshalter i grödorna

Kornkärna

N-halten i kornkärna var signifikant högre i det konventionella systemet jämfört med det ekologiska beroende på en kraftigare tillförsel av lättlösligt kväve. Inga säkra skillnader fanns mellan försöksplatser eller jordfosforhalter.

Halterna av fosfor var signifikant högre år 1991 än 1994 men mellan försöksplatser fanns inga större skillnader i fosforhalt i kornkärna.

Mellan odlingssystemen förelåg heller inga klara skillnader, dock en tendens till högre P-halt i det konventionella systemet jämfört med det ekologiska.

Jordfosforhalten hade inget statistiskt säkert inflytande på P-halten i stråseskärnan, men även här fanns tendens till högre halt där halten lättlöslig fosfor mätt som P-AL var hög.

Vallskördar

N-halten i vallskördarna var högre på Ultuna än på Offer, troligen beroende på att kvävet på Offer utsattes för en utspädningseffekt eftersom vallskördarna där var högre. Båda försöken fick samma kvävegiva i den konventionella delen till skörd 1 och skörd 2, Offer erhöll dock ingen urin i det ekologiska systemet till skörd 1 och detta påverkade naturligtvis också kvävehalten i denna skörd negativt.

I skörd nr 1 förelåg tendens till, och i skörd nr 2 fanns en säkert högre N-halt i det ekologiska systemet. Detta berodde på att en signifikant högre baljväxthalt fanns både på våren och vid skörden där. Eftersom klöver generellt sett har högre kvävehalt än gräs så ökade också den blandade skördens N-halt där halten baljväxter var hög.

Jordfosfortalen påverkade inte vallskördarnas N-halt.

För vallskördarnas P-halter fanns inga säkra skillnader mellan odlingssystemen. De var högre i andra skörden än i första skörden i båda försöken, med en svag tendens till högre P-halter i det ekologiska systemet. Denna tendens kanske berodde på att torrsubstansskördarna, som framhållits ovan, var högre (skörd nr 1), eller hade en tendens till att vara högre (skörd nr 2), i det konventionella systemet varför en fosforutspädningseffekt uppstod där.

P-halterna i vallskördarna påverkades positivt av en ökande halt lättlöslig fosfor (P-AL) i matjorden. Både i skörd nr 1 och skörd nr 2 var P-halterna signifikant högre i de försöksled där jordfosforhalten var högst.

Fosforskördar

Kornkärna

Korn odlades två år, 1991 och 1994 med den signifikant högsta fosforskörden det första året.

Försöksplats Ultuna gav en signifikant högre P-skörd än Offer vilket får tillskrivas klimatet och jordmånen som på Ultuna var mera lämpat för stråsädesodling än på Offer. Kärnskördarna var större på Ultuna än på Offer medan fosforhalterna i kornkärnan var ungefär lika höga på båda platserna.

Fosforskördarna i korn var mycket större i det konventionella än i det ekologiska systemet, mycket beroende på en större kärnskörd, i sin tur orsakad av den kraftigare N-gödslingen.

Samspelet odlingssystem x jordfosforhalt var inte statistiskt signifikant för kornskördarna men det var naturligtvis så att den högsta fosforskörden återfanns där jordfosforhalten var högst. Dock fanns ingen säker skillnad mellan de båda

odlingssystemen beroende av om fosforhalten i jorden var hög eller låg.

Vallgröda

I vallgrödan var de upptagna fosformängderna större än i korngrödan. På Offer gav vallen i medeltal för båda odlingssystemen ungefär dubbelt så hög fosforskörd som på Ultuna, 17.9 kg mot 8.0 kg.

I vall uppstod inte lika stora skillnader i P-skörd som i stråsäd mellan de två odlingssystemen ty den ekologiskt odlade vallen hävdade sig bättre i fosforskörd än det ekologiskt odlade kornet. Dock var skillnaden mellan odlingsformerna fortfarande signifikant och till det konventionella systemets fördel.

Inte heller i vallgrödan fanns för P-skörden något signifikant samspel mellan halt av lättlöslig fosfor i matjorden och typ av odlingssystem.

Jordanalyser

Näringsinnehållet i matjorden analyserades vid tre tillfällen, på hösten 1991, 1992 och 1994. Vid samtliga tillfällen mättes pH(H₂O) och lättlöslig fosfor, P-AL, och år 1991 och 1992 även P-AS. Den senare analysen blev av kostnadsskäl inte utförd år 1994.

Tabell 5. Jämförelse mellan jordanalyser av fosfor och skördar i två odlingssystem. Kornskördar, medeltal för 1991 och 1994 och vallskördar 1993 i kg ha⁻¹ och jordanalyser i mg P 100 g jord⁻¹. Duncan: tabellvärden åtföljda av samma bokstav var ej signifikant skilda åt

Table 5. Comparison between soil analyses and harvests in two cropping systems. Barley harvests, means of 1991 and 1994 and ley harvests 1993 in kg ha⁻¹ and soil phosphorus analyses in mg P 100 g soil⁻¹. Duncan: figures followed by the same letter were not significantly different

Odlingssystem Cropping system	P-AL	P-AS	Kornskörd 15% H ₂ O Yield of barley	Vallskörd ts Yield of ley, DM
Konv. Conv.	3.4 ^a	0.20 ^a	3340 ^a	6340 ^a
Ekol. Ecol.	4.3 ^b	0.18 ^a	2120 ^b	4950 ^b

P-AL-talen, som avser halten lättlöslig fosfor i marken, visade dålig överensstämmelse med skördevärdena i respektive odlingssystem. En tendens till bättre

samstämmighet fanns mellan P-AS-tal och skörd (tabell 5).

pH-värdena var, som medeltal för hela perioden, desamma i båda odlings-systemen. Man hade väntat sig något förhöjda värden i det ekologiska systemet beroende på att råfosfatet innehöll 50 % CaO.

Växtprover

Rot- och växtprover från de fyra undersökta försöksleden insamlades i varje odlingssystem i korngrödan 1991 och 1994. De skulle användas i mykorrhizastudierna. Mykorrhizainfektionen i rotproven blev, som redan nämnts, ej bestämd, men de kemiska analyserna av växtproverna utfördes, och de gav värdefull information.

År 1991 bestämdes halterna av N, P och K, år 1994 dessutom ts-mängderna. Variablernas eventuella beroende av typ av odlingssystem, och halt av fosfor i jorden undersöktes både på Offer och Ultuna.

Analyser år 1991

Kvävehalterna i vegetationsproverna var högre vid första provtagningstillfället (Zadoks 25-29) än vid det andra (Zadoks 50-59). Mellan försöksplatser fanns inga säkra skillnader.

En jämförelse mellan fosforhalterna visade, när båda provtagningstillfällena bearbetades tillsammans, signifikant högre fosforhalt i det ekologiska systemet jämfört med det konventionella på den lägsta markfosfornivån (= det försöksled som ej erhöll någon fosförgödsling 1963-90).

Analyser år 1994

Torrsubstansskördarna år 1994 på den lägsta markfosfornivån skilde sig inte så mycket åt mellan odlingssystemen, ej heller fanns några skillnader mellan försöksplatserna eller mellan försöksled med hög eller låg halt lättlöslig fosfor i matjorden.

Kvävehalterna i växtproverna år 1994 skiljde sig åt, det fanns högre halt av kväve i den första skörden av spåda skott, något som var väntat. Även mellan försöksplatser skiljde sig kvävehalterna åt, de var signifikant högre på Offer än på Ultuna.

För fosforhalterna gällde detsamma, de var signifikant högre på Offer än på Ultuna men varken för fosforhalter eller fosforskörd fanns några signifikanta skillnader mellan odlingssystem.

ALLMÄN DISKUSSION

Kornskördar

De högsta fosforskördarna återfanns i det konventionellt odlade systemet. Kvävegödslingen var överlägset högst i detta system. Detta förklarar en del av systemskillnaden men inte hela. Det svårlösliga råfosfatet klarade uppenbarligen inte av att försörja växten lika bra med fosfor som det lättlösliga gödselmedlet P20 gjorde, trots att man med råfosfatet tillförde fem gånger så mycket fosfor.

Om samma proportion mellan upptagen fosfor från råfosfat och P20 hade rått i fältförsöket, som i det kärlförsök som utgjorde grunden för balanseringen mellan givorna av P20 och råfosfat, skulle förhållandet mellan fosforskördarna i odlingsystemen i fält varit 1:1.

Proportionerna mellan råfosfat- och P20-leden beträffande skördad kärna och mängden upptagen fosfor i kärna var nu istället ungefär två till tre resp. tre till fyra. Skillnaden minskade alltså när man gick från kärnskörd till P-skörd. Detta betyder att differensen mellan P-halterna var mindre än mellan kärnskördarna, ett allmänt förekommande fenomen, ty halten av ett näringsämne brukar vara hög när skörden är låg och vice versa.

I kärlförsöket var rotgenomvävnaden generellt sett mycket kraftigare än i fält. Det kan förklara skillnaden, dvs. den berodde på en mera fullständig näringsupptagning i kärl än i fält vilket förmodligen gynnade råfosfatet.

För upptagen mängd fosfor i korngrödan fanns inte något signifikant samspel mellan odlingsystem och halt av lättlöslig fosfor i jorden. Det var alltså inte så att det ena eller andra odlingsystemet säkert hävdade sig bättre beroende på om det lättlösliga fosforinnehållet i matjorden var högt eller lågt. Man kunde annars ha väntat sig att det konventionella systemet skulle hävda sig bättre än det ekologiska när P-AL-talet var lågt i marken, eftersom man i detta tillförde lättlöslig gödsel fosfor och, som beskrivits ovan, den använda mängden råfosfat i det ekologiska systemet uppenbarligen inte räckte till för att få samma gödslingseffekt.

Mårtensson et al. (1994, figur 1), visade tydligt att mängden mykorrhizasporer i Ultunaförsöket, under tiden som konventionellt gödslingsförsök, ökade redan sex år efter låg eller ingen tillförsel av P20 (på Offer dröjde det ytterligare några år troligen beroende på ett kyligare klimat) medan mängden sporer sjönk där gödslingen med lättlöslig fosfor var kraftig.

Mykorrhiza fortsatte kanske att utvecklas i de låga jordfosforleden endast i det nya ekologiska systemet därför att där man använde ett svårösligt fosforgödselmedel. Det teoretiskt väntade samspelet mellan odlingsystem och jordfosfortal försvann därför, förmodligen genom kornets symbios med mykorrhizan, vilken bör ha ökat växternas fosforupptagning.

Vallskördar

På Offer var den sammanlagda vallskörden (skörd 1 + skörd 2) nästan dubbelt så hög som på Ultuna. Man kan tänka sig flera orsaker till detta resultat. En av dem var att vallen 1992 aldrig plöjdes upp på Offer, vilket skedde på Ultuna. Första vallskörden 1993 på Ultuna var således mycket låg, med torrsubstansskördar runt 1000 kg/ha. En annan orsak var att vallgrödan, och då speciellt klöver, år 1993 utvecklades mycket bra på Offer.

Vallen fick ungefär lika mycket kväve i båda systemen, i det konventionella systemet med N28 till en ganska låg nivå för inte hämma klöver, i det ekologiska genom insädd av klöver i närmast föregående gröda samt med nötkreatursurin (tabell 2). Det är därför, beroende av den mera likstora kvävegödslingen, därför lättare att jämföra odlingssystemens fosforskördar i vall- än i korngrödorna.

P-halterna i vallskördarna var av ordinär storlek, och signifikant högre på Offer än på Ultuna. Här kan man inte peka på effekter av någon utspädning på grund av stor skörd, tvärtom, här fanns både de större skördarna och de högre fosforhalterna på Offer. Man kan tänka sig att vallen på Offer, som kom från en andraårsvall i motsats till Ultuna, där den var en förstaårsvall, genom sin högre ålder hann utveckla ett kraftigare rotsystem vilket säkert var fördelaktigt. Fosfor i marken är svårörlig och en god fosforupptagning är beroende av att rötterna verkligen når fram till fosfor.

Relationerna mellan råfosfat- och P20-leden var, för skördad mängd torrsubstans och upptagen mängd fosfor i båda skördarna tillsammans, ungefär fem till sex resp. fyra till fem. Fosforhalterna i vallskördarna var nästan exakt lika i båda systemen. Vallväxterna tog alltså bättre tillvara på den svårörliga fosfor i råfosfatet än vad stråsädesgrödan gjorde.

Det är lättare att finna skillnader i fosforhalt när man analyserar ett växtmaterial i vegetativt stadium jämfört med när grödan är mogen. I mognadsprocessen ingår att växten först och främst försörjer fröna, som skall svara för artens fortbestånd, med näring. Först när kärnan fått tillräcklig mängd trygghet, om resurser därtill finns, fosforhalter i andra delar av plantan. Därför blir det större skillnader i fosforhalt mellan försöksled med olika gödsling i vall, som man skördar i vegetativt stadium, än i stråsäd.

Jordanalyser

P-AL-talet är inte så intressant som mätare av växttillgänglig jordfosfor där man tillfört stora mängder råfosfat. Extraktionsmetoden, som normalt sett anses ta ut ungefär 5 % av totalfosfor, är då för kraftig. De i försöken erhållna analysvärdena samvarierade heller inte alls med skördeutbytet i undersökningen.

Exempelvis var P-AL-talen i genomsnitt högre i det ekologiska systemet än i det konventionella men för skördarna rådde det motsatta förhållandet.

Orsaken stod att finna i att det i det ekologiska systemet tillfördes fem gånger mera fosfor, räknat som kg P per hektar, än i det konventionella. Då även en del av den ej direkt växttillgängliga fosfor i råfosfatet löstes ut med AL-extraktionen, blev P-AL-talen i det ekologiska systemet förhöjda.

En mera användbar analysmetod när man tillför svårslösliga fosforgödselmedel är AS-analysen, extraktion med ammoniumsulfatlösning. Det är ett svagare extraktionsmedel som tar ut endast en mindre, mycket löslig del av fosfor. I undersökningen finner man med denna analys bättre överensstämmelse mellan denna analys och skördarna.

Växtprover

Som tidigare nämnts var fosforhalterna i växtproverna år 1991 i det lägsta jordfosforledet högre i det ekologiska systemet än i det konventionella. Dock var torrsubstansskördarna av samma storleksordning i alla de ekologiska leden. De högre halterna i ledet på den lägsta jordfosfornivån berodde sålunda inte på att skördarna var mindre där och den upptagna fosfor koncentrerades i en mindre mängd växtmaterial. Det är inte uteslutet att det i stället fanns en större mängd mykorrhiza i det ekologiska led som inte erhållit någon löslig fosfor sedan 1963 och att detta ökade mängden upptagen fosfor i grönmassan.

Skillnaden mellan odlingssystem år 1991 i det lägsta jordfosforledet upprepades inte år 1994. Troligt är att fyra års kraftiga givor av råfosfat, även om andelen växttillgänglig fosfor var låg, påverkade mykorrhizaförekomsten negativt och bidrog till att jämna ut skillnaderna.

Tungmetaller

Det sedimentära råfosfatet, vilket använts i denna undersökning, innehåller också ganska höga halter av kadmium. En fem gånger högre giva av fosfor när man tillför råfosfat jämfört med P20, tillför ju också jordbruksmarken mera av en tungmetall som vi i andra sammanhang försöker begränsa tillförseln av så mycket som möjligt.

SUMMARY

Following suitable adjustment of the experimental plan, two older phosphorus fertilizer field experiments, Offer and Ultuna, were used for four years as combined cropping system and fertilization trials. Offer was situated in the north part (63° N, 17° E) and Ultuna in the central part of Sweden (60° N, 17° E). The original trials were established in 1963. In 1991, when the adjustments were made, large differences in plant available phosphorus had arisen as a consequence of four different phosphorus fertilization treatments ranging from zero to 45 P kg ha⁻¹ in triple super phosphate, P20.

The trials consisted originally of four blocks of which two after the adjustment were performed with a conventional and two with an ecological cropping system.

The conventional cropping system examined was made with use of easily soluble fertilizers (calcium ammonium nitrate, triple super phosphate and potassium chloride) and the ecological with difficultly soluble fertilizers (rock phosphate and adularia). For ecological nitrogen fertilization purposes, cattle urine was used and for phosphorus five times more, expressed as kg P ha⁻¹, in rock phosphate. Larger amounts of easily soluble nitrogen was added in the conventional system than in the ecological system.

In order to be able to compare the systems, the crops used were the same in the systems, except that in the ecological system crops were undersown with clover. The first and fourth year barley was cropped. The second year was planned for ley cropping but bad weather and invasion of weeds made harvest impossible. The third year ley was successfully cropped.

Barley grain yields were always larger in the conventional system, depending on the larger amounts of plant-available nitrogen added in this system.

The ley yields of the two systems were more equal in size than in barley, mostly depending on the greater root capacity of clover to extract plant nutrients from the soil and the more equal supply of plant available nitrogen. The clover was more prominent in the ecological system.

In the first year of barley, plant samples were taken at Zadoks 25-29 (end of tillering) and Zadoks 50-59 (3/4 of ear exposed). The phosphorus content was greater in the former zero phosphorus treatment of the ecological system (after adjustment treated with rock phosphate) than in the conventional system. This difference was assumed to be a consequence of greater occurrence of endomycorrhiza in the ecological system than in the conventional. This difference did not appear in the fourth year when green plant samples again were examined. Heavy application of rock phosphate was therefore considered to be negative for mycorrhizal occurrence, thereby lowering the phosphorus uptake capacity of the green plant.

REFERENSER

Mårtensson, A. M. & Carlgren, K. 1994. Impact of phosphorus fertilization on VAM diaspores in two Swedish long-term field experiments. *Agric., Ecosystems & Environ.* 47, s. 327-334.

Mårtensson, A. M. & Carlgren, K. 1993. Mykorrhiza och fosfor. gödning. *FAKTA mark/växt nr 15. Sveriges lantbruksuniversitet*, 4 s.

SAS/STAT Users Guide, Release 6.03 Edition. 1988. *SAS Institute Inc. SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, USA*

Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research.* 14 s. 415-421.

Förteckning över samtliga rapporter
erhålles kostnadsfritt. I mån av
tillgång kan tidigare nummer köpas
från avdelningen.

A list of all Reports can be
obtained free of charge.
If available, issues can be
bought from the division.

- 181 1991 Lars Gunnar Nilsson: Nitrifikationshämmare - flytgödsel.
Nitrification inhibitors - slurry.
- 182 1991 Lennart Mattsson: Nettomineralisering och rotproduktion
vid odling av några vanliga lantbruksgrödor.
*Nitrogen mineralization and root production in some
common arable crops.*
- 183 1991 Magnus Hahlin: Kaliumgödslingseffektens beroende av
balansen mellan kalium och magnesium. II. Fälthörsök,
serie R3-8024.
*Influence of K/Mg-ratios on the effect of potassium
fertilization. Field experiments R3-8024.*
- 184 1991 Käll Carlgren: Skördeeffekter och pH-inverkan av fem
kvävegödselmedel studerade i ett långliggande fälthörsök.
*Influence on yield and soil pH-value from five nitrogen
fertilizers studied in a long-term field trial.*
- 185 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fälthörsök med Øyeslagg.
Field experiments with Øyeslag.
- 186 1992 Lennart Mattsson: Effekter av halm- och kvävetillförsel
på mullhalt, kvävebalans och skörd i ett långliggande
fälthörsök i Uppland.
*Effects on soil organic matter content, N balance and
yield of straw and N additions in a long term experiment
in Central Sweden.*
- 187 1992 Lars Gunnar Nilsson och Magnus Hahlin: Modell för
beräkning av växttillgänglig fosfor-P-AL på basis av
ICP-analys.
*A model for calculation of plant available phosphorus in
soil according to AL/standard and AL/ICP.*
- 188 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fälthörsök med kalkning av
fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad.
*Field experiments with liming of mineral soils to different
base saturation.*

- 189 1992 Lennart Mattsson och Tomas Kjellquist: Kvävegödsling till höstveten på gårdar med och utan djurhållning.
Nitrogen fertilization of winter wheat on farms with and without animal husbandry.
- 190 1992 Christine Jakobsson och Börje Lindén: Kväveeffekter av stallgödsel på lerjordar.
Nitrogen effects of manure on clay soils.
- 191 1992 Magnus Hahlin och Erik Svensson: Radmyllning av NPK till fabrikspotatis. Resultat från försöksserie FK-1290. Samarbetsprojekt mellan Försöksavdelningen för växt-näringslära och Fabrikspotatiskommittén.
Placed application of NPK fertilizer to starch potatoes. Results from field experiment project FK-1290.
- 192 1993 Enok Haak: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar i Norrland.
Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden.
- 193 1994 Barbro Beck-Friis, Börje Lindén, Håkan Marstorp och Lennart Henriksson: Kväve i mark och grödor i odlings-system med fånggrödor. Undersökningar på en sandjord i södra Halland.
Nitrogen in soil and crops in cropping systems with catch crops. Studies on a sand soil in Halland in south-west Sweden.
- 194 1994 Enok Haak, Börje Lindén & Per Johan Persson: Kväveflöden i olika odlingssystem. Försök på Lanna, Skaraborgs län.
Nitrogen flow in different cultivation systems. A field experiment at Lanna Research Station in south-west Sweden.
- 195 1995 Käll Carlgren & Jan Persson: Fält-, kärl- och laboratorieundersökningar med Fosforkalk från Karlshamn.
Field, Pot and Laboratory Experiments with Phosphoric acid from Karlshamn Ltd.
- 196 1995 Lennart Mattsson: Skördevariationer inom enskilda fält. Storlek och tänkbara orsaker.
Yield variations within individual fields. Magnitude and possible reasons.
- 197 1996 Käll Carlgren: Två fältförsök med jämförelse mellan konventionell och ekologisk fosforgödsling.
Two Field Experiments with Comparison between Conventional and Ecological Phosphorus Fertilization.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan beställas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series can be ordered from the Division of Soil Fertility.

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för växtnäringslära
750 07 Uppsala

Tel. 018-671249
