



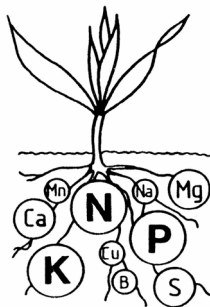
Att föra bort eller bruka ner halmen påverkar mullhalt, dagmaskar och skadedjur

Undersökningar i långliggande försök i Skåne

*To remove or to incorporate straw affects
organic matter, earthworms and pests*

Studies in three long-term field experiments

Lennart Mattsson och Hans Larsson



Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära

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

Rapport 210
Report

Uppsala 2005
ISSN 0348-3541
ISRN SLU-VNL-R—210-SE

Förord

Föreliggande rapport har tillkommit som ett samarbetsprojekt mellan Hushållningssällskapet i Malmöhus län och institutionerna Växtvetenskap och Markvetenskap vid SLU. Försöksledare Hans Larsson vid institutionen för växtvetenskap har ansvarat för undersökningarna om dagmaskförekomst och skadedjur. Bearbetning av skörderesultat och jordanalyser har ombesörjts av forskningsledare Lennart Mattsson. Författarna ansvarar för sina respektive avsnitt i rapporten. Allt fältarbete har utförts av hushållningssällskapet i Malmöhus län. Projektet har stöttats ekonomiskt av SLF.

Ytterligare information:

www.mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/index.htm

Innehållsförteckning

Abstract	6
Sammanfattning	7
Inledning	8
Material och metoder	8
Försöksplaner	8
Skördar och skördeprodukter	10
Jordanalyser	11
Daggmaskar	11
Skadedjur	12
Flotation	12
Fältbedömning	12
Statistik	12
Försöksplatsdata	13
Resultat	13
Skördar	13
Serie L3-0000	13
Serie L3-0010	14
Jordanalyser	16
Kolanalyser i matjorden	16
Skörderestmängder	19
Daggmaskar och skadegörare	21
Daggmaskar	21
Skadegörare	24
Markfysikaliska mätningar	26
Porvolym och skrymdensitet	26
Växtnäringsbalanser	28

Diskussion	30
Mullhalt	30
Porositet	30
Daggmaskar och mullhalt	31
Daggmaskar och halmbehandling	31
Daggmaskar och gödsling	31
Skadegörare och växtföljd	32
Ekonomiskt stöd	32
Litteratur	33
Bilagor	35

Abstract

Three long term plant nutrient experiments in the south of Sweden are reported. Two experiments were started in 1951 and one in 1959. Variants with straw incorporation, straw removal and straw burning were compared at different nutrient levels. Effects on yields, development of soil C content with time, amounts of crop residues produced, earthworms and pests were investigated. Undisturbed soil cores were sampled and soil bulk density and porosity were determined.

There are annual yield data and analyses from 1951 and onwards. Yield differences between treatments where the straw was burnt and where it was incorporated were small. But compared with treatments where all straw was removed a positive yield effect was measured. Continuous incorporation of straw resulted in minor increases of soil C content compared to treatments with all straw removed. The difference was less than 0.5 percentage units of C. Burning straw on the field did not depress the C content.

Soil bulk density and porosity were correlated to the soil C differences. The higher the bulk density, the lower the soil C content. For the porosity the contrary was true.

The number of earthworms were the highest in a mixed rotation with ley and arable crops and application of FYM. In rotations where the straw was burnt and where the straw was incorporated the number of earthworms were low. Rotational effects on the existence of pests were unclear. In rotations with FYM the number of springtails were the highest but the number was not high enough to cause measurable damages.

Sammanfattning

Tre långliggande växtnäringsförsök i Skåne redovisas. Två av försöken har pågått sedan 1951 och ett sedan 1959. Nedbrukning, bortförsl eller bränning på fältet jämförs vid olika växtnäringsinsatser. Effekter på skörd, mullhalt och mullhaltsutveckling, skörderestmängder, dagmaskförekomst och skadegörare har undersökts. En volymsäker provtagning och bestämning av porvolym och skrymdensitet har också gjorts.

Årliga skördedata med tillhörande analyser från 1951 och framåt föreligger. Skillnaden i avkastning mellan moment med bränd halm och nedbrukad halm var liten. Men jämfört med att föra bort halmen var nedbrukning positivt för avkastningen. Kontinuerlig nedbrukning av halm har i det långa loppet medfört något högre kolhalt i marken än då halmen har bortförts. Skillnaden uppgår till någon eller några tiondels procentenheter. Bränning av halm har inte entydigt medfört sjunkande kolhalter.

Jordens skrymdensitet var korrelerad med kolhaltsskillnaderna, ju högre kolhalt desto lägre skrymdensitet. För porositeten gällde motsatsen.

Flest dagmaskar hittades i växtföljd med vall och stallgödsel. I växtföljder där halmen brändes eller där den brukades ner var dagmaskförekomsten låg. Effekterna av olika växtföljder på förekomsten av undersökta skadegörare är inte entydig. I växtföljder med stallgödsel observerades flest hoppstjärtar men antalet var inte så stort så skadliga effekter kunde mätas.

Inledning

Tre pågående fältförsök i Skåne med startår på 1950-talet har bearbetats. Växtföljder och skörderestbehandling var huvudfrågor när försöken startades. Kvävegödslingsintensitet och typ av kväve jämfördes också. Försöksplatserna var Borgeby med försöksplan L3-0000 anlagt 1959, samt Hvilan och Petersborg med planbeteckning L3-0010, båda anlagda 1951.

I och med att de kreaturslösa jordbruken blev vanliga under femtiotalet aktualiserades frågor om hur halm och blast skulle behandlas. Användning som strö och foder blev mindre intressant och ur brukningssynpunkt ansågs bränning som attraktivt. En annan effekt av strukturomvandlingen blev att vallodlingen minskade. Att både det och behandling av skörderester påverkar humushushållningen var känt men hur mycket och vilka tidsperspektiv som gäller var oklart.

Försöken startades som s.k. lokala försök, inordnades vid 1960-talets början i riksförsöksprogrammet och övergick i slutet av 1980-talet åter till att drivas som länsförsök. Under hela perioden har hushållningssällskapet i Malmöhus län ansvarat för fältarbetet. Med undantag för de tjugotalet år då försöken drevs som riksförsök har HS Malmöhus även finansierat försöken. Resultat har tidigare bearbetats och publicerats av Persson (1971, 1973, 1979, 1981).

Försöken erbjuder möjligheter att bl.a. studera hur förekomst av daggmaskar påverkas i olika odlingssystem. Daggmaskar har förmågan att omvandla det organiska materialet till lättillgänglig växtnäring. Förekomsten är högre vid hög mullhalt och de gynnas speciellt med stallgödsel och vall (Larsson, 2003). Skörderestbehandlingen blir därför en viktig faktor om man vill skona daggmaskarna. Även valet av mineralgödsel kan påverka maskarna. Studier av daggmaskar i långliggande försök kan därför vara en indikation av hur daggmaskarna på sikt reagerar på odlingssystemen.

Material och metoder

Försöksplaner

L3-0000	Halmbehandling
	I Halmen bortföres
	II Halmen nedplöjes
	III Halmen brännes

Kvävegödsling		Höst	Vår ^a	Vår ^b
A.	Utan kväve	-	-	-
B.	Urea	31	40	31
C.	Urea	31	120	93
D.	Kalkkväve	31	40	31
E.	Kalkkväve	31	120	93
F.	Kalksalpeter	31	40	31
G.	Kalksalpeter	31	120	93
H.	Urea	-	80	62
I.	Kalkkväve	-	80	62
J.	Kalksalpeter	-	80	62

^aFrån 1987. ^bTill och med 1986

Ett försök, Borgeby, pågår (2004)

Här ska endast kvävegödslingsleden A, G och J behandlas, dvs. kvävenivåerna 0, 150 och 80 kg kombinerat med halmbehandlingarna. Tillförsel av P och K i L3-0000 visas i bilaga 1.

L3-0010 Växtföljder och skörderestbehandling

- A. Sockerbetor - korn - klöver/gräsvall - höstvetete / Alla skörderester bortförs.
- B. Sockerbetor - korn - höstraps – höstvetete / Halm bränns, blast bortförs.
- C. Sockerbetor - korn - höstraps – höstvetete / Halm och blast nedbrukas

En gröda odlas varje år. I led A tillförs stallgödsel 30 ton ha⁻¹ efter höstvetetet.

Två försök ingår i serien. Båda pågår (2004).

Gödslingen till växtföljdens grödor innebär mindre mängd mineralisk gödsel till växtföljd A jämfört med B och C. De två senare får lika stora mängder. A-växtföljden erhåller stallgödsel hösten före sockerbetorna och därmed betraktas mängderna växttillgängligt kväve, fosfor och kalium lika stora och i medeltal över växtföljdsomloppet 140 kg ha⁻¹ N, 20 kg P och 40 kg ha⁻¹ K (tabell 1).

Tabell 1. Serie L3-0010. Mineralgödsel till växtföljdens grödor
 Table 1. Series L3-0010. Mineral fertilizer to the crops in the rotations

Gröda Crop	Växtföljd Rotation								
	A			B			C		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Sockerbetor <i>Sugar beets</i>	120	25	80	140	40	130	140	40	130
Korn <i>Barley</i>	90			90			90		
Vall <i>Ley</i>	75	20 ^a	60 ^a						
Höstoljev. <i>W. oil seed</i>				170 ^b	40 ^a	40 ^a	170 ^b	40 ^a	40 ^a
Höstvete <i>W. wheat</i>	120			120			120		
Summa 4 år <i>Sum 4 yr</i>	405	45	140	555	80	170	555	80	170
Per ha år <i>Pro ha yr</i>	101	11	35	139	20	43	139	20	43

^aPK tidig vår till vall/före sådd till oljev. ^b + 35 kg N vid sådd.

En komplett förteckning över försöksgrödor för alla tre försöken finns i bilaga 2. Vissa år saknas beroende på kasserade skördar eller ofullständig registrering av data.

Skördar och skördeprodukter

Som redan nämnts bearbetas halmbehandlingarna för kväveleden A, G och J i L3-0000. Det innebär för A ingen kvävegödsling, G sammanlagt 150 kg N, varav 30 på hösten före skördeåret och J, 80 kg N per ha. Kalksalpeter används alltid. Alla skördedata och analysdata är samlade i en databas för växtnäringsförsök vid avdelningen för Växtnäringslära, SLU. För material som hänför sig till perioden 1950-1964 har omfattande komplettering av databasens uppgifter gjorts. För tiden därefter har de årligen registrerade uppgifterna utnyttjats efter kontroll och uppdateringar.

Skördedata har bestämts genom rutvis vägning i fält. Korrigering av skörden till kg kärna eller frö med 15 % vattenhalt rensad vara har gjorts. Skördedata för vallar avser totalskörd torrsubstans. Ingen separering på delskördar redovisas. Halmskördarna anges också som torrsubstans. Värdena motsvarar bortförda mängder halm, ej total ovanjordisk halmskörd.

Bortförda skördeprodukter har analyserats med avseende på innehåll av N, och i vissa fall på P och K. Värdena har använts för beräkning av växnäringsbalanser. När uppgift om halt saknades användes schablonvärden, antingen baserade på observerade existerande värden eller de av Svanberg (1971) angivna halterna i olika skördeprodukter.

Jordanalyser

Provtagning för bestämning av matjordens skrymdensitet och porositet genomfördes i augusti 2003. I aktuella rutor togs två volymsäkra prov centralt i matjorden med stålcylindrar 5 cm höga och ca 5 cm i diameter.

Matjordprov har tagits vid upprepade tillfällen och analyserats med avseende på bl.a. kolhalt. Olika analysmetoder för att bestämma kolhalt har tillämpats under åren. Det innebär en komplikation vid studier av kolhaltens utveckling över tiden. För viss kontroll av historiska analysvärden och för komplettering av luckor har arkiverade jordprover från försöksplatserna utnyttjats.

Under 50- och 60-talen användes glödningsförlust för att bestämma mullhalt. I sådana fall har data räknats om till kolhalt efter korrigering för bundet kristallvatten enligt Ekström (1927). Mullhalt erhålles genom att multiplicera kolhalt med 1,73.

Daggmaskar

För att uppskatta daggmaskpopulationen har den s.k. formalinmetoden använts. Metoden innebär att en plåtcylinder (diameter 40 cm) slås ner i jorden och en formalinlösning hålls i cylindern och tillåts tränga ner i jorden. Maskarna kryper då upp till ytan och kan samlas in. Fem liter av en 0,275 procentig lösning användes till 0,125 m². Daggmaskarna räknas och väges och vuxna maskar artbestämmer. En cylinder/parcell användes. Infiltrationen i ytskiktet har studerats vid samma tillfälle som formalinmetoden använts. Infiltrationen anges i så många minuter som det tar för formalinlösningen att tränga ner i jorden inne i plåtcylindern.

I Borgebyförsöket gjordes tre stycken provtagningar, en i maj 2003 och en i oktober både 2003 och 2004. På Hvilan gjordes två provtagningar under 2003, en i september och en i oktober och på Petersborg gjordes bara en provtagning oktober 2003.

Skadedjur

I försöksserien L3-0010 (Hvilan och Petersborg) studerades skadedjuren i sockerbetsgrödan genom flotation och fältbedömning.

Flotation

Cirka 14 dagar efter sådd togs plantor med jord till laboratoriet. Plastcylindrar med en diameter av 4,5 cm och ett djup av 6 cm trycktes ner kring plantan och hela cylindern transporterades sedan till laboratoriet. Tio plantor per parcell togs ut. På laboratoriet lösgjordes plantan från jorden och granskades på skador under ett preparermikroskop. Jorden smulades sönder i en hink med vatten varvid de flesta insekter flyter upp till ytan och kan skummas av med en pensel. Efter en stund rörs jorden om igen så att ytterligare insekter kan flyta upp.

Skadorna graderas från 1 till 5 där 1 är en planta med ytliga små skador medan 5 är en planta som är svårt sargad och troligen dukar under. Andelen friska plantor beräknas i % och skadebedömningen ger ett medelvärde för de 10 plantorna. Misstänkt svampangripna plantor lades i fuktig kammare och svampen bestämdes till släkte.

Fältbedömning

Fältbedömningen utfördes vid två olika tidpunkter. Den första gjordes i samband med uttagningen av prover till flotationen och den andra gjordes ca 14 dagar senare. Plantan grävdes upp ur jorden och bedömdes på synliga skador. Skadorna graderas på samma sätt som vid flotationen från 1 till 5 där 5 är en planta som är svårt sargad och troligen dukar under. Andelen friska plantor beräknades tillsammans med ett medelvärde för skadebedömningen. Tio plantor per parcell bedömdes vid varje tillfälle.

Statistik

Skördedata baseras på samrutor i försöken, i L3-0000 på två, i L3-0010 på fyra. Medeltal och skattning av felvarianser har gjorts årligen baserat på detta. Analyser av både växt och jord är, med vissa undantag, regelmässigt gjorda på sammanslagna prover. Medeltalens felskattningar bygger då på variansen mellan halmbehandlingar eller mellan år. Data redovisas och diskuteras platsvis. Platsvariation har därför inte utnyttjats i bearbetningen. Data för dagmaskförekomst och skadedjur bearbetades i en variansanalys med samrutor i fält som variansorsak.

Försöksplatsdata

Analysen från försöksstarten visar pH-värden mellan 7 och 8 (tabell 2). Fosfortillstånden var tillfredsställande medan kaliumvärdena för Hvilan och Petersborg var tämligen låga. Den stora skillnaden i utgångsläge gäller kolhalten. På Petersborg var utgångsläget 1,2 % kol i matjorden medan motsvarande värde på Hvilan var 4,1 %.

Tabell 2. Några karakteristika för försöksplatserna. P och K, mg 100⁻¹ g jord
Table 2. Some site specific characteristics. P and K, mg 100⁻¹ g soil, according to Egnér et al. (1960)

Serie Series	Plats Site	pH	P-AL	K-AL	Jordart	C, %
L3-0000	Borgeby	7,0	10,6	9,8	Svl. Δ mo	1,8
L3-0010	Hvilan	7,6	14,1	4,8	Δ mo	4,1
	Petersborg	7,7	9,2	6,0	Svl. Δmo	1,2

Resultat

Skördar

Serie L3-0000

Medelskördarna för grödorna havre, korn, höstvetete och höstraps visas i tabell 3. Kvävegödsling har betydelse. När halmen fördes bort gav den större kvävegivan störst skörd. Nedplöjning och även bränning av halmen gav motsatt resultat, dvs. den större skörden erhöles vid låg kvävegiva.

När halmen brukades ner erhöles större skörd än när den bortfördes. Detta gällde i synnerhet vid den lägre kvävegivan. Det kan alltså ses som gynnsamt att återföra halmen.

Tabell 3. Serie L3-0000. Medelskördar, kärna/frö, kg ha⁻¹, 15 % vattenhalt, samt medelfel

Table 3. Series L3-0000. Average yields. Grain/seeds, kg ha⁻¹, 15 % moisture, and standard error

Försöksled <i>Treatment</i>	Havre <i>Oats</i>	Korn <i>Barley</i>	Höstraps <i>W. rape seed</i>	Höstvete <i>W. wheat</i>
Halmen bortförd <i>Straw removed</i>				
A. Utan N <i>Control</i>	2410 ±316	2330 ±222	1270 ±107	3240 ±346
J. 80N vår <i>Spring</i>	3670 ±366	4340 ±218	1770 ±297	4920 ±434
G. 30N+120N (höst+vår) <i>autumn+spring</i>	4380 ±450	4370 ±244	1920 ±364	5670 ±485
Halmen nedplöjd <i>Straw incorporated</i>				
A. Utan N <i>Control</i>	2310 ±236	2360 ±223	1270 ±69	3150 ±355
J. 80N vår <i>Spring</i>	4620 ±412	4800 ±244	2150 ±375	6150 ±602
G. 30N+120N (höst+vår) <i>autumn+spring</i>	4200 ±286	4460 ±218	1810 ±286	5610 ±497
Halmen bränd <i>Straw burnt</i>				
A. Utan N <i>Control</i>	2460 ±276	2450 ±220	1170 ±118	3320 ±387
J. 80N vår <i>Spring</i>	4680 ±416	4760 ±281	1980 ±302	6330 ±632
G. 30N+120N (höst+vår) <i>autumn+spring</i>	4290 ±355	4270 ±258	1880 ±197	5570 ±470
Antal obs <i>No of obs.</i>	10	12	6	9

Serie L3-0010

I tabell 4 har skördarna för seriens olika grödor sammanställts. Effekterna på skörd tolkades med hjälp av variansanalyser med separation på behandling (=växtföljd) och gröda. Samspelet mellan plats och behandling undersöktes men kunde inte statistiskt påvisas.

Tabell 4. Serie L3-0010. Medelskördar för seriens grödor. Kärna/frö, kg ha⁻¹ med 15 % vatten. Betor, t ha⁻¹, friskvikt. Medeltal följda av samma bokstav är ej signifikant skiljda från varandra. ns=ej signifikant

Table 4. Series L3-0010. Average yields for investigated crops. Grain yields, kg ha⁻¹ with 15 % moisture, sugar beet roots, t ha⁻¹, fresh-weight. Means followed by the same letter are not significantly different. ns=non significant

Växtföljd <i>Rotation</i>	Vall <i>Ley</i>	Oljev. Oil- -seed	Vår- säd <i>Spring cereals</i>	Höst- säd <i>Winter cereals</i>	Sockerb. Sugar beet
Hvilan					
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	6610	-	4690	4890 ^a	36,8 ^a
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	-	1850	4750	5420 ^b	34,8 ^b
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	-	1830	4710	5360 ^b	32,6 ^b
Antal obs <i>Number</i>	10	12	14	12	13
LSD	-	ns	ns	220	2,6
Petersborg					
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	6090	-	5420	6040	46,3 ^a
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	-	3400	5350	6240	41,9 ^b
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	-	3370	5440	6340	43,0 ^b
Antal obs <i>Number</i>	11	12	13	13	14
LSD	-	ns	ns	ns	1,5

Behandlingseffekterna är likartade på båda platserna. För oljeväxter och vårsäd är effekterna av odlingssystem försumbara, för höstsäd betyder odlingssystemet ca 600 kg kärna per ha på Hvilan, något mindre ca 200 kg på Petersborg. I båda fallen erhöles de största skördarna i system med halmbränning eller nedplöjning av halmen. Sockerbetor däremot reagerade omvänt och positivt för en vallgröda i växtföljden. Skördeskillnaden uppgick till ca 2-4 ton med något högre värden för Petersborg.

Jordanalyser

Kolanalyser i matjorden

L3-0000. Rutvisa kolanalyser av matjordsprover gjordes åren 1981, 2001 och 2003. Det ger möjlighet att bestämma inomårsvariationen för effekten av halmbehandlingarna. Statistiskt säkra skillnader mellan behandlingarna erhöles 1989. Den lägsta kolhalten observerades i behandling med bränd halm. Tendensen är densamma 2001 men inte på statistiskt signifikant nivå. LSD-värdenas storlek tyder på att felmarginerna för behandlingseffekter enskilda år ligger närmare 0,3 procentenheter än 0,9 (tabell 5). Det har betydelse när trenderna över hela perioden ska betraktas. Motsvarande led tabulerade för hela perioden i tabell 6.

Tabell 5. Serie L3-0000. Matjordens kolhalt, %, vid rutvis bestämning. Försöksled med 80 kg ha⁻¹ N på våren. n=6. Medeltal följda av samma bokstav är ej signifikant skiljda från varandra. ns=ej signifikant
Table 5. Series L3-0000. Top soil C content, %, plot-wise determination. Treatments with 80 kg ha⁻¹ N spring application. n=6. Means followed by the same letter are not significantly different. ns=non significant

Försöksled Treatment	År Year		
	1989	2001	2003
Halmen bortförd Straw removed	1,73 ^{ab}	1,85	1,70
Halmen nedplöjd Straw returned	1,88 ^a	2,05	1,69
Halmen bränd Straw burnt	1,50 ^b	1,65	1,71
LSD	0,26	0,93 ns	0,31 ns

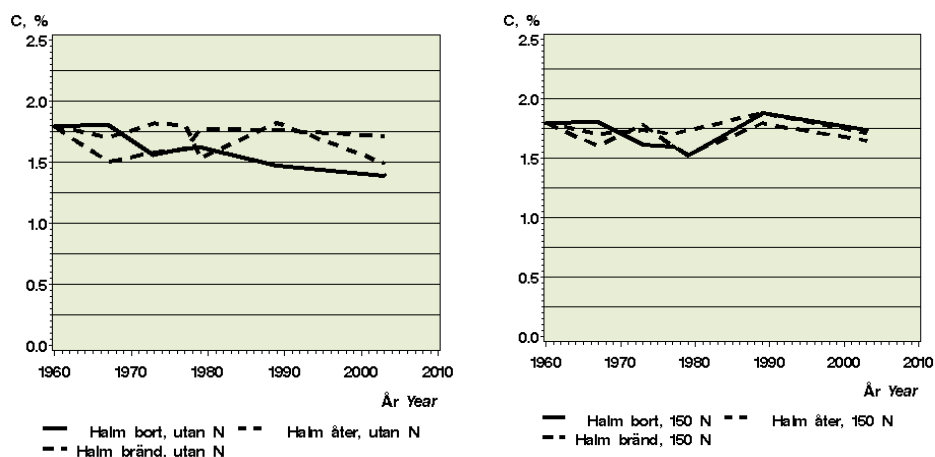
Värdena för 1993 och delvis för 2001 är omotiverat höga och starkt avvikande och har därför uteslutits i vidare bearbetning.

Kolhaltens utveckling över tiden visas i figur 1 dels utan N-tillförsel, dels med den högsta N-givan, 120 kg per ha och år. Med all halm bortförd och ingen kvävegödsling, sker minimalt tillskott av kol till systemet. En viss sänkning över tiden kan också observeras för denna behandling. Brukas halmen ner är förändringarna obetydliga. Utvecklingen när halmen bränns

Tabell 6. Serie L3-0000. Matjordens kolhalt, %, de år analyser har utförts. Medeltal för 3 kväveled per år. Medeltal följda av samma bokstav är ej signifikant skiljda från varandra. Jämförelse mellan år inom led. ns=ej signifikant.

Table 6. Series L3-0000. Top soil C content, % for analysed years. Average of 3 N-levels year⁻¹. Means followed by the same letter are not significantly different from. Comparison between years within treatments. ns=non significant

	År Year								
Försöksled Treatment	1967	1973	1977	1979	1989	1993	2001	2003	LSD
Halmen bortförd Straw removed	1,80 ^{ab}	1,67 ^{ab}	1,57 ^b	1,63 ^{ab}	1,69 ^{ab}	1,84 ^a	1,69 ^{ab}	1,61 ^{ab}	0,25
Halmen nedplöjd Straw returned	1,70 ^{bc}	1,79 ^{abc}	1,77 ^{abc}	1,68 ^{bc}	1,86 ^{ab}	1,94 ^a	1,90 ^a	1,63 ^c	0,18
Halmen bränd Straw burnt	1,63	1,67	1,63	1,67	1,68	1,85	1,71	1,69	ns



Figur 1. Serie L3-0000. Förändring över tiden i matjordens kolhalt, C %, vid olika N-tillförsel och halmbehandling.

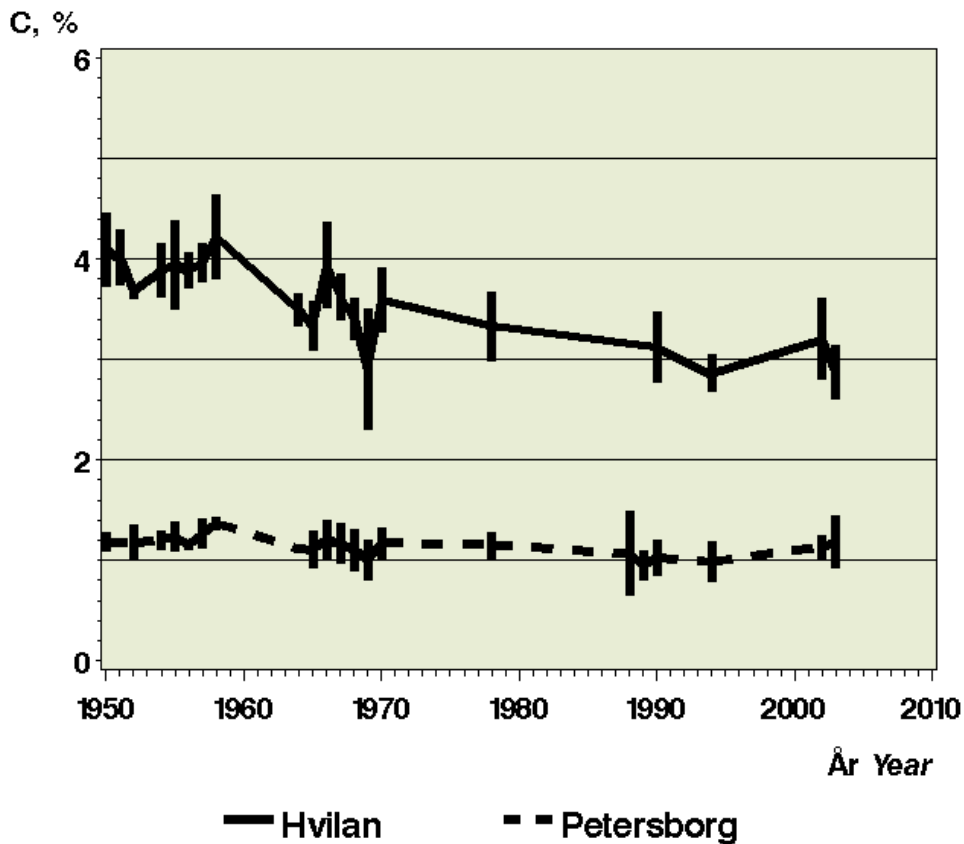
Figure 1. Series L3-0000. Top soil C development with time for three different straw treatments, removed, returned or burnt. Without N (left) and with 150 kg ha⁻¹yr⁻¹. Halm bort=Straw removed, Halm åter=Straw returned, Halm bränd=Straw burnt.

Tabell 7. Serie L3-0010. Matjordens kolhalt, %, vid rutvisa analyser, n=4. Medeltal följda av samma bokstav är ej signifikant skiljda från varandra. ns=ej signifikant
Table 7. Series L3-0010. Top soil C content, %, plot-wise determination, n=4. Means followed by the same letter are not significantly different

Växtföljd <i>Rotation</i>	År <i>Year</i>		
	1956	1990	2003
Hvilan			
A. Vall och stg <i>Ley and manure</i>	3,95	3,32	3,03
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	3,79	3,00	2,83
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw returned</i>	3,92	3,05	2,78
LSD	0,40	0,58	0,42
Petersborg			
A. Vall och stg <i>Ley and manure</i>	1,13	1,13	1,33 ^a
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	1,16	0,95	1,08 ^b
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw returned</i>	1,18	1,00	1,15 ^{ab}
LSD	0,11	0,18	0,19

är oregelbunden. När N-gödslingen är god erhålles en relativt stabil utveckling oavsett hur halmen har behandlats.

L3-0010. Hvilan och Petersborg. Rutvisa kolanalyser gjordes 1956, 1990 och 2003 (tabell 7). I systemet med vall i växtföljden och med stallgödseltillförsel närmar sig kolbalansen en högre nivå än i de andra två systemen. Samtliga analysvärden för kol har sammanställts i bilaga 3.



Figur 2. Serie L3-0010. Förändring över tiden i matjordens kolhalt. Medeltal och medelfel för halmbehandlingar, n=3.

Figure 2. Series L3-0010. Top soil C development with time at two sites. Means and standard error for straw treatments, n=3.

För utvecklingen över tiden har medelvärdet för varje år beräknats på basis av ledmedeltalen. På den ena platsen, Hvilan, låg C-halten vid försöksstarten högt eller omkring 4 % (figur 2). Efterhand har den sjunkit och ligger idag på ca 3 %. På Petersborg däremot har kolhalten stabiliserats på ungefär 1 %. Utgångsläge och platsegenskaper avgör kolhaltens utveckling. Odlingsåtgärder, som enligt gängse uppfattning bevarar mullhalten, är inte tillräckliga om utgångsläget ligger högt.

Skörderestmängder

Skörderestmängderna har betydelse för tolkningen av försöksresultaten. Rotmängd, stubb och eventuellt skördespill utgör tillskott av kol till marken. Skördeprodukter och bortförsel eller bränning av halmen är minusposter i kolbalansen.

Tabell 8. Serie L3-0000. Summa biomassa i skördeprodukter, halm- och blast-skörd samt skattad mängd stubb och rötter, ts kg ha⁻¹, för åren 1960-2003. 40 observationer

Table 8. Series L3-0000. Sum of biomass in harvest products, straw- and tops (sugar-beets) and stubble/roots, D.M. kg ha⁻¹, from 1960-2003. Number of observations 40

Försöksled <i>Treatment</i>	Skördeprod. <i>Harvest prod.</i>	Halm/blast <i>Straw etc.</i>	Stubb/rötter <i>Stubble/roots</i>
Halmen bortförd <i>Straw removed</i>			
A. Utan N <i>Control</i>	94 100	73 200	37 400
J. 80N vår <i>Spring</i>	152 200	123 500	61 400
G. 30N+120N (höst+vår) <i>Autumn+spring</i>	157 300	128 900	64 900
Halmen nedplöjd <i>Straw incorporated</i>			
A. Utan N <i>Control</i>	93 100	68 500	35 500
J. 80N vår <i>Spring</i>	158 900	123 200	62 400
G. 30N+120N (höst+vår) <i>Autumn+spring</i>	171 400	137 000	69 200
Halmen bränd <i>Straw burnt</i>			
A. Utan N <i>Control</i>	95 300	74 600	37 900
J. 80N vår <i>Spring</i>	157 300	123 200	61 600
G. 30N+120N (höst+vår) <i>Autumn+spring</i>	169 600	140 100	70 500

Kärna, frö och rötter har räknats om till kg torrsbstans och adderats (tabell 8). Halm och blast, har ofta men inte alltid vägts. Saknas ts-halt har den satts till 16 % i sockerbetsblast och 80 % i halm. Saknas halmvägning har halmmängden beräknats på genomsnittet för kvoten halm/kärna, halm/frö eller blast/rötter. Rotmassan hos stråsäd/oljevaxter/vall, samt stubb och spill har uppskattats till 50 % av halmmängden eller grönmassemängden. Mängden blast och finrötter hos sockerbetor har antagits utgöra 20 % av rotskördens torrsbstans.

Skillnaderna i biomassaproduktion mellan bortförd, nedplöjd eller bränd halm är liten. I alternativet med halmen bortförd utan kvävetillförsel sker ett tillskott av organisk substans till marken i form av stubb och rötter motsvarande 37 ton. Halm och skördeprodukter bortförs.

När halmen konsekvent har plöjts ner sker ett tillskott av organisk substans med knappt 70 ton i halmen. Bränns halmen utgörs tillskottet av organisk substans återigen endast av stubb och rötter. Kvävetillförsel nära fördubblar tillskotten både vad gäller halm/blast och stubb och rötter.

En enkel kolbalans för led med bortförd halm och inget kväve kan beräknas. Marken har tillförts 37 ton stubb och rotmassa (tabell 8). Med en antagen kolhalt i detta material på 45 %, så har 17 ton kol ha⁻¹ tillförts. Under samma period har marken förlorat ca 2 ton beräknat på analysvärdena för kol i matjorden. Sammantaget har således 19 ton kol oxiderats under 40 år.

En likadan beräkning för led med halm nedplöjd och låg kvävegiva visar att 85 ton kol ha⁻¹ har oxiderats. Förändringen i mätvärdena för matjordens kolhalt från 1960 till idag är obetydlig.

I stort sett allt tillfört kol har oxiderats till koldioxid. Oxidationen har varit synnerligen effektiv och mätbara mängder rests substanser har inte erhållits.

Daggmaskar och skadegörare

Daggmaskar

Daggmaskssamhället kan karakteriseras genom artkomplex, antal individ och biomassa. Artkomplexet betecknas som fattigt under 4 arter och ganska fattigt med 5-6 arter. Biomassan (g m⁻²) är mycket låg under 5, låg mellan 5-10, ganska låg mellan 10-25 och ganska hög mellan 25-50 g m⁻². Antalet per m² är ganska lågt mellan 25-50, ganska högt mellan 50-100 och högt mellan 100-200.

Artkomplexet var fattigt på Petersborg med två arter och ganska fattigt på Hvilan och Borgeby med vardera fem arter. Antalet daggmaskar var ganska högt eller högt på Hvilan och Borgeby medan det var mycket lågt på Petersborg. Biomassan var mycket låg på Petersborg och ganska hög på Hvilan och Borgeby (tabell 9).

Tabell 9. Artfördelning av daggmaskar på de tre försöksplatserna.

Table 9. Earthworm species on the experimental localities

Plats Site	<i>Lumbricus terrestris</i>	<i>L. rubel- rubellus</i>	<i>Aporrec- todea caliginosa</i>	<i>A. longa</i>	<i>A. rosea</i>	<i>A. chlo- rotica</i>
Borgeby	21	1	87	71	17	
Hvilan	5		27	15	36	28
Peters- borg	1			4		

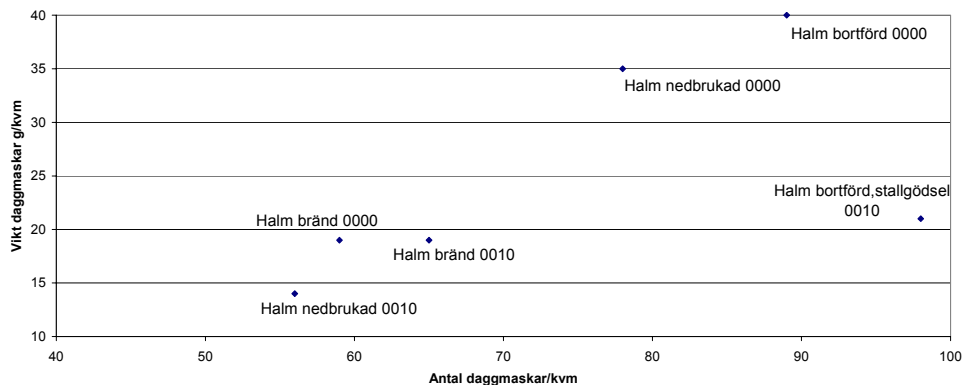
Tabell 10. Daggmaskar, antal m⁻², biomassa, g m⁻² och infiltration i matjorden, minuter
Table 10. Earthworms numbers m⁻² and biomass, g m⁻², water infiltration in soil, minutes

Växtföljd <i>Rotation</i>	Antal <i>Number</i>	Vikt <i>Weight</i>	Infiltration <i>Infiltration</i>
Petersborg, oktober October			
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	12	9	48
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	2	3	49
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw returned</i>	6	5	38
	A#B	ns	ns
Hvilan, september September			
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure.</i>	126	20	5
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	82	22	6
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw returned</i>	56	12	5
	ns	ns	ns
Hvilan, oktober October			
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	156	33	4
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	110	33	6
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw returned</i>	106	25	5
	ns	ns	ns
Borgeby, oktober 2003 October			
A. Halmen bortförd <i>Straw removed</i>	164	52	13
B. Halmen nedplöjd <i>Straw returned</i>	135	32	4
C. Halmen bränd <i>Straw burnt</i>	108	22	4
	A#C	A#BC	A#BC
Borgeby, oktober 2004 October			
A. Halmen bortförd <i>Straw removed</i>	82	60	23
B. Halmen nedplöjd <i>Straw returned</i>	68	51	6
C. Halmen bränd <i>Straw burnt</i>	40	23	8
	AB#C	A#C	A#BC

På Petersborg var det signifikant färre daggmaskar efter halmbränningen. Infiltrationen var mycket långsam men inte signifikant skild mellan leden. På Hvilan var antalet daggmaskar högst i stallgödselledet men inte signifikant skilt från övriga led. Infiltrationen var mycket snabb men inte skild mellan leden. På Borgeby fanns det signifikant färre daggmaskar och lägre biomassa efter bränning av halmen. Infiltrationen var sämre i ledet med bortförd halm (tabell 10).

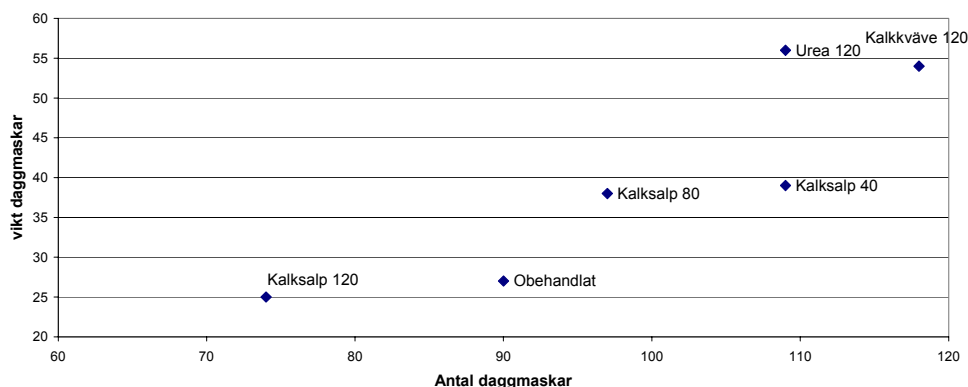
Figur 3 visar antal och vikt av daggmask efter olika skörderestbehandling och som ett medeltal av två provtagningar. Leden med bränd halm hade i båda försöken minst antal daggmaskar och lägst biomassa.

I figur 4 visas antal och vikt av daggmaskar i de olika gödslingsleden på Borgeby. Skillnaden i antal var signifikant mellan kalkkväve 120 kg och kalksalpeter 120 kg. Den negativa effekten av kalksalpeter ökade med ökad giva.



Figur 3. Antal och vikt av daggmask vid olika skörderestbehandling. Medeltal av två provtagningar på Borgeby (L3-0000) och två provtagningar på Hvilan (L3-0010).

Figure 3. Earthworm numbers (x-axis) and biomass (y-axis) after different straw treatments. Average of two samplings at Borgeby (L3-0000) and two samplings at Hvilan (L3-0010). Halm=straw, nedbrukad=returned, bränd=burnt, bortförd=removed, stallgödsel=FYM.



Figur 4. Serie L3-0000. Antal och vikt g m^{-2} av daggmaskar i led med olika kvävegödning. Medeltal av två höstavläsningar. Signifikant skillnad i antal mellan $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ i kalkkväve och kalksalpeter.

Figure 4. Series L3-0000. Earthworm numbers (x-axis) and biomass (y-axis) after different nitrogen fertilizers. Average of two autumn samplings. A significant difference between $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ in nitrocyamide and calcium nitrate was found. Kalksalp=calcium nitrate, Kalkkväve=calcium cyanamide, obehandlat=control.

Skadegörare

Förekomsten av skadedjur var relativt liten (tabell 11). Hoppstjärtar (*Onychiurus*) förekom i båda försöken men inte i betydande nivåer. De skadedjur som troligen betytt mer för skadorna är symphylerna på Hvilan och åkertripsen på Petersborg. I medeltal för de två försöken blir antalet hoppstjärtar signifikant högst i ledet med vall/stallgödsel.

Det finns inga signifikanta skillnader i andelen friska plantor eller skadorna för de enskilda avläsningarna. För Hvilanförsöket blir i medeltal för den 28 april andelen friska plantor signifikant lägre efter nedbrukning av halmen i led C.

Tabell 11. Serie L3-0010. Skadegörare i sockerbetor vid olika skörderestbehandling

Table 11. Series L3-0010. Pest and diseases in sugar beets with different straw treatment

Växtföljd <i>Rotation</i>	Friska <i>Healthy</i> %	Skador <i>Damages</i> 1-5	Antal <i>Number</i>		Trips <i>Thrips</i>	Svamp- angrepp <i>Fungi</i> %
			Hopp- stjärtar <i>Spring- tails</i>	Sym- fyer <i>Sym- philids</i>		
Hvilan, flotation, 28 april						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	90	0,13	6,0	4,3	-	0
B. Stråsåd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	95	0,05	2,8	8,8	-	0
C. Stråsåd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	75	0,30	1,3	11,5	-	0
LSD 5 %	23 ns	0,32 ns	5,1 ns	11,8 ns	-	
Hvilan, fältbedömn. 1 field observation, 28 april						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	85	0,23	-	-	-	2,5
B. Stråsåd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	83	0,23	-	-	-	2,5
C. Stråsåd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	75	0,30	-	-	-	0
LSD 5 %	15 ns	0,2 ns	-	-	-	8 ns
Hvilan, fältbedömn. 2 field observation, 19 maj						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	73	0,28	-	-	-	-
B. Stråsåd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	68	0,33	-	-	-	-
C. Stråsåd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	78	0,23	-	-	-	-
LSD 5 %	13 ns	0,13 ns				
Petersborg, flotation, flotation, 9 maj						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	65	0,48	11,3	-	2,5	5
B. Stråsåd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	75	0,28	8	-	5,3	0
C. Stråsåd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	80	0,35	4,5	-	1	10
LSD 5 %	19 ns	0,29 ns	10 ns	-	4,3 ns	13 ns

Tabell 11. Forts.
Table 11. Contd.

Växtföljd <i>Rotation</i>	Friska <i>Healthy</i> %	Skador <i>Damages</i> 1-5	Antal <i>Number</i>			Svamp- angrepp <i>Fungi</i> %
			Hopp- stjärtar <i>Spring- tails</i>	Sym- fyer <i>Sym- philids</i>	Trips <i>Thrips</i>	
Petersborg, fältbedömn. 1, field observation, 9 maj						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	60	0,55	-	-	-	2,5
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	58	0,68	-	-	-	5
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	60	0,65	-	-	-	5
LSD 5 %	28	0,46	-	-	-	11
	ns	ns				ns
Petersborg, fältbedömn. 2, field observation, 19 maj						
A. Vall/stallg. <i>Ley/manure</i>	68	-	-	-	-	0
B. Stråsäd/bränning <i>Cereals, straw burnt</i>	68	-	-	-	-	0
C. Stråsäd/nedbr <i>Cereals, straw ret.</i>	68	-	-	-	-	2,5
LSD 5 %	25					
	ns					

Markfysikaliska mätningar

Porvolym och skrymdensitet

Porvolym och skrymdensitet är mått på hur lucker jorden är. De ger en fingervisning om brukbarhet och bördighet. Skörderester och rötter är råmaterial för mullbildning. Kombinationer av halmbehandling och N-gödsling resulterar i olika mullråämnesnivåer.

På finns tre typiska mullråämnesnivåer. Moment med bränning av halmen utan N-gödsling (led III A) är den låga mullråämnesnivån. Bortförsel eller nedbrukning av halmen kombinerat med 150 kg N per ha är måttlig (led I G) respektive hög mullråämnesnivå (led II G). På Hvilan och Petersborg är B-växtföljden (bränning) lika med låg, växtföljd C (nedbrukning) lika med måttlig och växtföljd A (stallgödsel) lika med hög mullråämnesnivå (tabell 12). I valda försöksled, genomfördes volymsäker provtagning centralt i matjorden med stålcyllindrar, 5 cm höga och ca 5 cm i diameter.

Uppmätta skillnader är små och inte statistiskt säkra, men porvolymen är lägst vid låg mullnivå samtidigt som volymvikt och skrymdensitet är höga (tabell 12). Tendenserna pekar åt samma håll nämligen kompaktare jord vid låg mullråämnestillgång och porösare vid riklig tillgång på mullråämnen.

Tabell 12. Matjordens porvolym, %, Skrym- och kompaktdensitet, g cm^{-3} , samt kolhalt, %, vid olika mullråämnesnivåer. Medeltal och medelfel, $n=4$
Table 12. Top soil porosity, % v/v, bulk density and specific density, g cm^{-3} and C content, %, for different levels of primary organic matter for humus formation. Means and standard errors, $n=4$

Mullnivå <i>Level</i>	Porvolym <i>Porosity</i>	Skrymdens. <i>Bulk dens.</i>	Kompaktdens. <i>Specific dens.</i>	Kolhalt <i>C-content</i>
L3-0000				
Låg <i>Low</i>	42,7 $\pm 1,17$	1,49 $\pm 0,03$	2,60 $\pm 0,03$	1,71 $\pm 0,03$
Måttlig <i>Moderate</i>	44,8 $\pm 0,89$	1,44 $\pm 0,02$	2,60 $\pm 0,01$	1,74 $\pm 0,01$
Hög <i>High</i>	44,4 $\pm 1,14$	1,45 $\pm 0,03$	2,61 $\pm 0,08$	1,71 $\pm 0,08$
L3-0010, Hvilan				
Låg <i>Low</i>	44,4 $\pm 0,81$	1,42 $\pm 0,02$	2,55 $\pm 0,09$	2,83 $\pm 0,09$
Måttlig <i>Moderate</i>	46,4 $\pm 1,23$	1,36 $\pm 0,03$	2,55 $\pm 0,09$	2,93 ^a $\pm 0,09$
Hög <i>High</i>	45,8 $\pm 0,95$	1,38 $\pm 0,02$	2,55 $\pm 0,09$	3,03 $\pm 0,05$
L3-0010, Petersborg				
Låg <i>Low</i>	42,1 $\pm 0,66$	1,52 $\pm 0,02$	2,62 $\pm 0,05$	1,08 $\pm 0,05$
Måttlig <i>Moderate</i>	42,5 $\pm 1,09$	1,51 $\pm 0,03$	2,62 $\pm 0,05$	1,15 $\pm 0,05$
Hög <i>High</i>	42,9 $\pm 1,52$	1,50 $\pm 0,04$	2,62 $\pm 0,08$	1,33 $\pm 0,08$

^a $n=3$

Växtnäringsbalanser

Med kännedom om kvantitet och innehåll av växtnäringsämnen kan växtnäringsbalanser beräknas. Här har detta gjorts för N, P och K i försöket L3-0000 (tabell 13).

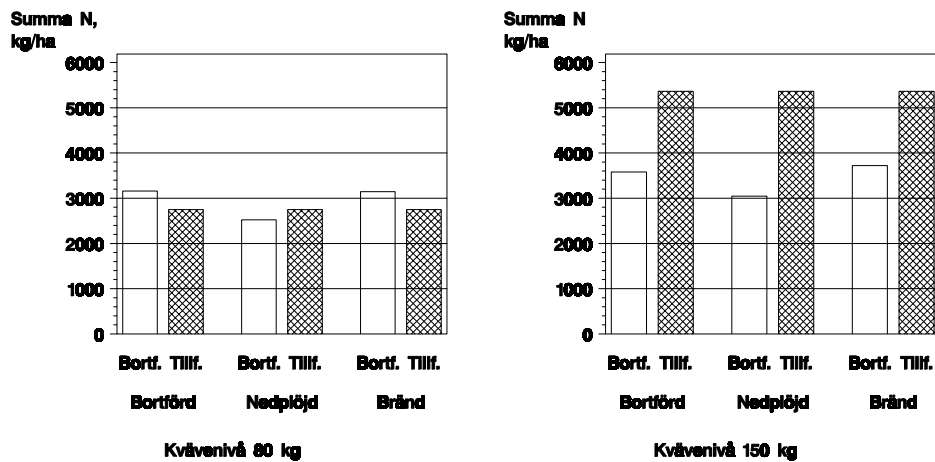
Observera att P och K tillförs som grundgödsling, inte som försöksgödsling. Alla försöksled får därför samma tillförsel av P och K (bilaga 1). En av N-gödslingsnivåerna förändrades 1987 (sid 8). I beräkningarna tas hänsyn till att vid bränning försvinner N och momentet jämföras därmed med bortförsel medan P och K återfinns i askan och betraktas som återförda.

Kvävebalansen ligger nära jämvikt vid den lägre N-nivån (figur 5). Högre N-nivå innebär överskott av kväve i storleksordningen 35-40 kg per ha och år.

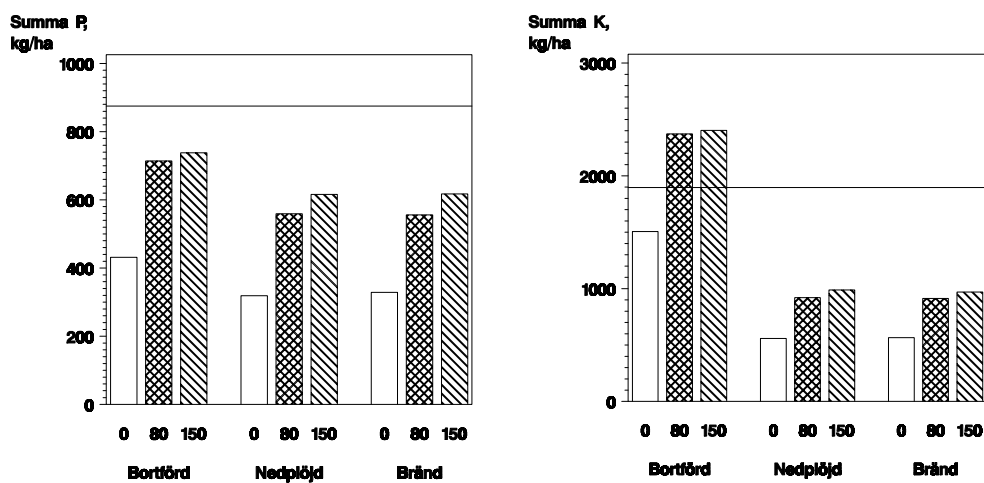
Tabell 13. Serie L3-0000. Bortförda mängder N, P och K, kg ha⁻¹, med skördeprodukter och i halm eller blast. Vid bränning av skörderesterna har N räknats som bortfört. Summerat över 40 skördeår.

Table 13. Series L3-0000. Removed amounts of N, P and K, kg ha⁻¹, with harvest products and with straw etc. When straw was burnt, N was considered as removed

Led Treatment	N	P	K
Halmen bortförd <i>Straw removed</i>			
A. Utan N Control	1887	431	1506
J. 80N vår Spring	3160	714	2371
G. 30N+120N (höst+vår) autumn+spring	3580	738	2404
Halmen nedplöjd <i>Straw incorporated</i>			
A. Utan N Control	1392	319	558
J. 80N vår Spring	2521	559	920
G. 30N+120N (höst+vår) autumn+spring	3047	616	987
Halmen bränd <i>Straw burnt</i>			
A. Utan N Control	1884	329	565
J. 80N vår Spring	3146	556	913
G. 30N+120N (höst+vår) autumn+spring	3723	617	970



Figur 5. Serie L3-0000. Bortförelse respektive tillförelse av kväve, kg ha^{-1} , vid olika halmbehandling. Summerat över 40 skördeår.
 Figure 5. Series L3-0000. Removed (empty bars) and applied N, kg ha^{-1} , at different variants of straw treatments. Summed over 40 years. Low N-level to the left.



Figur 6. Serie L3-0000. Summerad bortförelse av P (till vänster) och K, kg ha^{-1} över 40 år. Referenslinjen anger summerad tillförelse.
 Figure 6. Series L3-0000. Accumulated off-take of P (left) and K, kg ha^{-1} over 40 years. Reference line indicate total application.

Det står klart att tillförelsen av P inte står i proportion till bortförelsen (figur 6). Oavsett om halmen bortförelses eller ej ligger bortförelsen 300 kg eller mer under tillförelsen. För kaliums del spelar halm-bortförelsen en avgörande roll. Med halm bortförelses stora mängder K och den summerade bortförelsen blir

större än tillförseln under sådana omständigheter. Kvävegödsling ökar skörd och bortförsel. Det gäller för både P och K. När halmen plöjs ner eller bränns överstiger tillförseln av K bortförseln med 1000 kg eller mera.

Diskussion

Mullhalt

Mikrobiell omsättning av skörderester innebär att organiska föreningar används som energikälla och det organiskt bundna kolet oxideras till koldioxid. Organiska kolföreningar, som inte omsätts bildar mer eller mindre stabila humussubstanser.

Redovisade effekter på både mullhalt och skörd av konsekvent nedbrukning av skörderester kan förefalla obetydliga. Likväl är det i god överensstämmelse med vad som är väntat. Det konstaterades redan för 25 år sedan av Persson (1979) efter en genomgång av det nu aktuella försöket på Borgeby. Trots att betydande mängder kol tillförs med både villkorliga och ovillkorliga skörderester är förändringarna i kolhalt obetydliga. Detta har återkommande betonats i samband med diskussion om skörderesters betydelse (Persson, 1979; Jansson, 1986; Mattsson 1991, 1992)

Ungefär 10 % av halm- och skörderesters torrsubstans brukar överslagsmässigt anses återstå som stabil humus (Persson, 1979). Resultaten som presenterats här pekar med samma överslagsmässiga beräkningssätt mot ännu lägre utbyte eller mindre än 5 %.

Kolanalyserna från Borgeby visar en tidsserie som indikerar att jorden befinner sig mer eller mindre i jämvikt mellan mineralisering och ackumulering av kol. Detta är också fallet på Petersborg och troligen numera även för Hvilan. Men halterna vid jämvikt skiljer sig avsevärt mellan platserna. Vi vet idag inte tillräckligt för att kunna förutsäga jämviktsnivån. Att odlingssystem och produktionsnivå, jordart och klimat spelar avgörande roller är säkert, men för kvantitativa samband saknas ännu mycket.

Porositet

Porositeten ökade med stigande kolhalt. Det är inte oväntat och ansluter väl till vad t.ex. Mattsson & Eriksson (2002) redovisade i växtföljdsförsök med avtagande vallandel. Hög andel vall i växtföljden gav hög kolhalt och hög porositet och tvärtom.

Daggmaskar och mullhalt

Antalet daggmaskar var riktigt lågt i Petersborg där mullhalten är nere på en kritisk nivå (ca 2 %) för att djurlivet i marken skall fungera. På de två andra försöksplatserna med mullhalter på 2,7 respektive 5 % var daggmaskantalet högt eller mycket högt och speciellt Borgeby hade riklig förekomst av de två för åkermarken så viktiga djupgrävande arterna *Lumbricus terrestris* och *Aporrectodea longa*.

Daggmaskar och halmbehandling

Tillförsel av organiskt material ökar normalt förekomsten av daggmaskar i jorden. Det är därför förvånande att ledet med bortförd halm hade mer mask än nedplöjd. I en tidigare försöksserie av 11 försök med bortförd halm jämförd med nedbrukad halm med och utan stubbearbetning kunde konstateras att ledet med bortförd halm hade minst mask och ledet utan stubbearbetning hade flest mask (Blomquist & Larsson, 2003).

Bränd halm hade minst daggmaskar i båda försöksserierna. Flera andra undersökningar visar också på halmbränningens negativa effekter på daggmaskar. I ett långliggande försök under 7 år med vete och direktsådd jämfördes halmbränning med kvarlämnad halm. Daggmaskarna minskade signifikant med halmbränningen (Haines & Uren, 1990). I ett annat sexårsförsök jämfördes halm på ytan (mulched) med stående stubb, bränd halm och inarbetad halm (Mele & Carter 1999). Mulched halm hade flest daggmaskar och antalet minskade i stubb och bränd halm för att vara lägst i inarbetad halm.

Daggmaskar och gödsling

Gödsling med mineralgödsel ökar skörderesterna och på sikt också daggmaskpopulationerna. Olika kvävegödselmedel kan emellertid ha olika direkterffekter på daggmaskarna. Våra resultat tyder på givans betydelse av kalksalpeter där framförallt 120 kg hade negativ effekt på daggmaskarna. Kalkkväve och urea hade inga negativa effekter i samma giva.

Kvävegödsling med ammoniumsulfat och nitrat i högre givor hade stora negativa effekter på daggmaskarna (Lofs-Holmin, 1983). Efter långvarigt bruk av olika mineralgödselmedel visade sig ammoniumsulfat och svavelurea drastiskt reducera antal och vikt av daggmaskarna och sänka pH. Kalkkväve hade små effekter på pH och daggmaskar och andra ureagödselmedel hade intermediära effekter (Ma et al., 1990).

Daggmaskantalet och biomassan beror bl.a. på mängden och kvalitén av skörderesterna (Berry & Karlén, 1993). Organiskt material stimulerar alltid daggmaskarna mer än mineralgödsel. I ett försök i vete med kompost och mineralgödsel erhöles lägst antal daggmaskar i obehandlat och i ledet med handelsgödsel. Signifikant flest daggmaskar erhöles i det rena kompostledet medan kombinationen kompost och handelsgödsel framför allt hade mindre antal unga maskar än det rena kompostledet (Kromp et al., 1996).

I ett tvåårigt försök med komposter och mineralgödsel erhöles signifikant flest daggmaskar och högsta biomassan med kompost. Mineralgödsel hade lika många daggmaskar som utan gödsling (Carpenter-Boggs et al., 2000)

Emmerling et al.(2001) fann också att population, biomassa, födointag och antalet maskgångar ökade signifikant med organiskt material jämfört med mineralgödsling. Hansen et al.(1999) fann liksom Lofs-Holmin (1983) lägre antal daggmaskar i jord som enbart hade fått mineralgödsel jämfört med stallgödsel.

Skadegörare och växtföljd

Effekterna på skadegörare är inte helt tydliga. Som väntat hade ledet med stallgödsel flest hoppstjärtar. Antalet var dock inte så stort att det väsentligt påverkade andelen friska plantor.

En allmän fråga är hur fältförsök med relativt små parceller speglar de effekter som erhöles över hela fält. Speciellt gäller detta daggmaskar eftersom de rör sig mellan parcellerna.

Ekonomiskt stöd

Stiftelsen Lantbruksforskning har lämnat ekonomiskt stöd till genomförandet av undersökningar och bearbetningar. Framför allt gäller detta de markfysikaliska och växtpatologiska undersökningarna. Hushållningssällskapet i Malmöhus län ska ha en eloge för att försöken har kunnat genomföras och vidmakthållas under så lång period.

Litteratur

- Berry, E.C. & Karlén, D.L. 1993 Comparison of alternative farming systems. II Earthworm population density and species diversity. *American Journal of Alternative Agriculture* 8(1), 21-26.
- Blomquist, J. & Larsson, H. 2003. Betor kräver ingen stubbearbetning. I: Mot sockerskörd på Europanivå. Sockernäringens betodlingsutveckling. Kristianstad, 40-41.
- Carpenter-Boggs, L, Kennedy, A.C. & Reganold, J.P. 2000. Organic and biodynamic management. Effects on soil biology. *Soil Science Society of America Journal* 64, 1651-1659.
- Ekström, G. 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. Sveriges Geologiska Undersökningar, Ser. C. nr 345.
- Egnér, H., Riehm, H. & Domingo, W.R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungl. Lantbrukshögskolans annaler* 26, 199-215.
- Emmerling, C. & Paulsch, D. 2001. Improvement of earthworm community and activity in mine soils from opencast coal mining by the application of different organic waste material. *Pedobiologica* 45, 396-407.
- Haines, P.J. & Uren, N.C. 1990. Effects of conservation tillage farming on soil microbial biomass, organic matter and earthworm populations in north-eastern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30(3), 365-371.
- Hansen, S. & Engelstad, F. 1999. Earthworm populations in a cool and wet district as affected by tractor traffic and fertilisation. *Allied Soil Ecology* 13, 237-250.
- Larsson, H. 2003. Daggmaskar lyfter sockerskörden. I: Mot sockerskörd på Europanivå. Sockernäringens betodlingsutveckling. Kristianstad, 34-36.
- Lofs-Holmin, A. 1983. Influence of agricultural practices on earthworms. *Acta Agric. Scand.* 33, 225-234.

Kromp, B., Pfeiffer, L., Meindl, P., Hartl, W. & Walter, B. 1996. The effects of different fertilizer regimes on the populations of earthworms and beneficial arthropods found in a wheat field. IOBC Bulletin Integrated control in field vegetable crops 19(11), 184-190.

Ma, W.C., Brussaard, L., & de Ridder, J.A, 1990. Long-term effects of nitrogenous fertilizers on grassland earthworms. Their relation to soil acidification. Agriculture, Ecosystems and Environment 30(1-2), 71-80.

Mattsson, L. & Ericson, L. 2002. Vad säger SLU:s långliggande försök? Jordbrukskonferensen 2002. SLF Rapport 66, 138-141.

Mele, P.M., & Carter, M.R. 1999. Impact of crop management factors in conservation tillage farming on earthworm density, age structure and species abundance in south-eastern Australia. Soil & Tillage Research 50, 1-10.

Persson, J. 1971. Växtföljdens och skörderesternas betydelse för humusbalansen. Lantbrukshögskolan, Avd. för växtnäringslära, Rapport 44.

Persson, J. 1973. Bränna eller bruka ned halmen? Aktuellt från Lantbrukshögskolan 194.

Persson, J. 1979. Fastliggande försök på Borgeby. Skånskt lantbruk 10, 350-352.

Persson, J. 1981. Växtföljdens och skörderesternas effekt på skördeutvecklingen. SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 138.

Svanberg, O. 1971. De svenska skördeprodukternas innehåll av växtnäringsämnen. SLL Meddelande 37.

**Grundgödsling med P och K, kg/ha
Borgeby, L3-0000**

År	Gröda	Grundg. P	Grundg. K
1960	SOCKERBETOR	66	124
1961	VÅRKORN	33	62
1962	HÖSTRAPS	40	74
1963	HÖSTVETE	33	62
1964	SOCKERBETOR	66	249
1966	VÅRKORN	.	.
1967	VÅRKORN	.	.
1968	HAVRE	53	199
1969	VÅRKORN	.	.
1970	HAVRE	40	75
1971	HÖSTVETE	40	75
1972	HAVRE	.	.
1973	VÅRKORN	.	.
1974	VITSENAPE	.	.
1975	HÖSTVETE	63	120
1976	HAVRE	54	106
1977	VÅRKORN	.	.
1978	HÖSTRAPS	54	106
1979	HÖSTVETE	54	106
1980	HAVRE	.	.
1981	VÅRKORN	.	.
1983	HÖSTVETE	.	.
1984	HAVRE	34	67
1985	VÅRKORN	.	.
1986	HÖSTRAPS	27	53
1987	HÖSTVETE	.	.
1988	HAVRE	20	40

År	Gröda	Grundg. P	Grundg. K
1989	VÅRKORN	.	.
1990	HÖSTRAPS	.	.
1992	HAVRE	20	38
1993	VÅRKORN	20	38
1995	HÖSTVETE	20	38
1996	HAVRE	.	.
1997	VÅRKORN	20	38
1998	HÖSTRAPS	19	36
1999	HÖSTVETE	19	36
2000	HAVRE	17	32
2001	VÅRKORN	19	37
2002	HÖSTRAPS	22	42
2003	HÖSTVETE	22	42

Förteckning av försöksgrödor

Borgeby L3-0000		Hvilan M 590-1951		Petersborg M-591-1951	
År	Gröda	År	Gröda	År	Gröda
1960	SOCKERBETOR	1951	SOCKERBETOR	1951	SOCKERBETOR
1961	KORN	1952	KORN	1952	KORN
1962	HÖSTRAPS	1953	OLJEV VALL	1953	OLJEV. VALL
1963	HÖSTVETE	1954	RÅG	1954	HÖSTVETE
1964	SOCKERBETOR	1955	SOCKERBETOR	1955	SOCKERBETOR
1965		1956	KORN	1956	KORN
1966	KORN	1957	OLJEV. VALL	1957	OLJEV. VALL
1967	KORN	1958	RÅG	1958	HÖSTVETE
1968	HAVRE	1959	SOCKERBETOR	1959	SOCKERBETOR
1969	KORN	1960	KORN	1960	KORN
1970	HAVRE	1961	OLJEV. VALL	1961	OLJEV. VALL
1971	HÖSTVETE	1962	RÅG	1962	HÖSTVETE
1972	HAVRE	1963	SOCKERBETOR	1963	SOCKERBETOR
1973	VÅRKORN	1964	KORN	1964	KORN
1974	VITSENAP	1965	OLJEV. VALL	1965	OLJEV. VALL
1975	HÖSTVETE	1966	HÖSTVETE	1966	HÖSTVETE
1976	HAVRE	1967	SOCKERBETOR	1967	
1977	VÅRKORN	1968	VÅRKORN	1968	VÅRKORN
1978	HÖSTRAPS	1969		1969	
1979	HÖSTVETE	1970	HÖSTVETE	1970	HÖSTVETE
1980	HAVRE	1971	SOCKERBETOR	1971	SOCKERBETOR
1981	VÅRKORN	1972	VÅRKORN	1972	VÅRKORN
1982		1973		1973	
1983	HÖSTVETE	1974	HÖSTVETE	1974	HÖSTVETE
1984	HAVRE	1975	SOCKERBETOR	1975	SOCKERBETOR
1985	VÅRKORN	1976	VÅRKORN	1976	VÅRKORN
1986	HÖSTRAPS	1977	VITSENAP	1977	HÖSTRAPS
1987	HÖSTVETE	1978	HÖSTVETE	1978	HÖSTVETE
1988	HAVRE	1979	SOCKERBETOR	1979	SOCKERBETOR
1989	VÅRKORN	1980	VÅRKORN	1980	VÅRKORN
1990	HÖSTRAPS	1981	VALL I -VITSENAP	1981	VALL I -HÖSTRAPS
1991		1982	VÅRVETE	1982	HÖSTVETE
1992	HAVRE	1983	SOCKERBETOR	1983	SOCKERBETOR
1993	VÅRKORN	1984	VÅRKORN	1984	VÅRKORN
1994		1985	VALL I	1985	VALL I
1995	HÖSTVETE	1985	HÖSTRAPS	1985	HÖSTRAPS
1996	HAVRE	1986	HÖSTVETE	1986	HÖSTVETE
1997	VÅRKORN	1987	SOCKERBETOR	1987	SOCKERBETOR
1998	HÖSTRAPS	1988	VÅRKORN	1988	VÅRKORN
1999	HÖSTVETE	1989	VITSENAP	1989	HÖSTRAPS
2000	HAVRE	1989	VALL I	1989	VALL I
2001	KORN	1990	HÖSTVETE	1990	HÖSTVETE
2002	HÖSTRAPS	1991	SOCKERBETOR	1991	SOCKERBETOR
2003	HÖSTVETE	1992	VÅRKORN	1992	VÅRKORN
		1993	HÖSTRAPS	1993	HÖSTRAPS
		1993	VALL I	1993	
		1994	HÖSTVETE	1994	HÖSTVETE
		1995	SOCKERBETOR	1995	SOCKERBETOR
		1996	VÅRKORN	1996	VÅRKORN

Borgeby L3-0000		Hvilan M 590-1951		Petersborg M-591-1951	
År	Gröda	År	Gröda	År	Gröda
		1997	VÄRRYBS	1997	VALL I
		1997	VALL I	1997	
		1998	HÖSTVETE	1998	HÖSTVETE
		1999	SOCKERBETOR	1999	SOCKERBETOR
		2000	KORN	2000	KORN
		2001	HÖSTRAPS	2001	HÖSTRAPS
		2001	VALL	2001	VALL
		2002	HÖSTVETE	2002	HÖSTVETE
		2003	SOCKERBETOR	2003	SOCKERBETOR

Hvilan, kolhalter i matjorden, %. Samtliga analyser

	Plats									
	M-590-1951									
	År									
	1950	1951	1952	1954	1955	1956	1957	1958	1964	1965
	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %
Led										
Stg/skrest. bortf.	4.2	4.1	3.7	4.0	4.1	4.0	3.9	4.4	3.6	3.5
Skrest. bränns	3.9	3.9	3.6	3.8	3.7	3.8	4.0	4.0	3.5	3.2
Skrest. nedbr.	4.2	4.1	3.7	3.9	4.0	3.9	4.0	4.3	3.4	3.3

	Plats									
	M-590-1951									
	År									
	1966	1967	1968	1969	1970	1978	1990	1994	2002	2003
	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %
Led										
Stg/skrest. bortf.	4.0	3.6	3.4	3.2	3.7	3.5	3.3	3.0	3.4	3.0
Skrest. bränns	3.7	3.5	3.3	2.6	3.4	3.2	3.0	2.8	3.2	2.8
Skrest. nedbr.	4.1	3.8	3.5	2.9	3.6	3.3	3.1	2.8	3.0	2.8

Petersborg, kolhalter i matjorden, %. Samtliga analyser

	Plats										
	M-591-1951										
	År										
	1950	1952	1954	1955	1956	1957	1958	1964	1965	1966	1967
	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %
Led											
Stg/skrest. bortf.	1.1	1.3	1.2	1.3	1.1	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.3
Skrest. bränns	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.1	1.1
Skrest. nedbr.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.1	1.1	1.3	1.2

	Plats									
	M-591-1951									
	År									
	1968	1969	1970	1978	1988	1989	1990	1994	2002	2003
	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %	C, %
Led										
Stg/skrest. bortf.	1.2	0.9	1.2	1.2	1.3	.	1.1	1.1	1.2	1.3
Skrest. bränns	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
Skrest. nedbr.	1.1	1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.2

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. Fältförsök, 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 fältförsök.
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: Fältförsök med Øyeslagg.
Field experiments with Øyeslagg.
- 186 1992 Lennart Mattsson: Effekter av halm- och kvävetillförsel på mullhalt, kvävebalans och skörd i ett långliggande fältförsök 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: Fältförsök 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 höstvetete 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 växtnäringslära 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 Henriks-son: Kväve i mark och grödor i odlingssystem 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 laboratorie-undersökningar med Fosforkalk från Karlshamn.
Field, Pot and Laboratory Experiments with Phosforkalk 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.
- 198 1997 Enok Haak & Gyula Simán: Effekter av kalkning och NPK-gödsling i sju långvariga försök i fält, 1962-92.
Effects of liming and NPK-fertilization in seven long term field experiments, 1962-92.
- 199 1998 Börje Lindén, Käll Carlgren & Lennart Svensson: Kväveutnyttjande på en sandjord i Halland vid olika sätt att sprida svinflytgödsel till stråsäd.
Nitrogen utilization on a sandy soil after application of pig slurry to cereal crops with different techniques.

- 200 1999 Enok Haak: Vädrets och kvävegödslingens inverkan på växtproduktion och näringsupptag i bördighetsförsöket R3-9008, 1985-1992.
Influence of weather and N-fertilization on DM-yield and nutrient uptake in the fertility experiment R3-9008, 1985-1992.
- 201 1999 Lennart Mattsson: Mullhalt och kväve mineralisering i åkermark.
Soil organic matter and N mineralization in arable land
- 202 2001 Lennart Mattsson, Thomas Börjesson, Kjell Ivarsson & Kjell Gustafsson. Utvidgad tolkning av P-AL för mark- och skördeanpassad fosforgödsling.
Extended interpretation of labile P for soil and yield related P fertilization.
- 203 2003 Käll Carlgren: Länsförsök med koppargödsling 1971-73.
Regional field experiments with copper fertilization 1971-73.
- 204 2003 Jan Persson & Käll Carlgren: Långsiktig verkan hos markens kopparföråd.
Long-term copper maintenance.
- 205 2003 Lennart Mattsson: Växtnäring, produktion och miljö
Plant nutrients, production and environment.
- 206 2003 Lennart Mattsson: Kvävebalans i korn och höstvetete.
Nitrogen balance in barley and winter wheat.
- 207 2003 Jan Persson: Kväveförluster och kvävehushållning. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk. Kortsiktiga och långsiktiga markbiologiska processer med speciell hänsyn till kvävet.
Nitrogen losses and N management. Possible improvements in agriculture. Short term and long term soil biological processes with special regard to nitrogen.
- 208 2004 Käll Carlgren & Holger Kirchmann, red. /eds./: Växtnäringsförsörjningen i ekologisk odling. Föredrag hållna 4 mars 2004 på Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.
Lectures held on 4 March 2004 at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry
- 209 2004 Lennart Mattsson: Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar.
Nitrogen fertilization in winter wheat.
- 210 2005 Lennart Mattsson & Hans Larsson: Att föra bort eller bruka ner halmen påverkar mullhalt, dagmaskar och skadedjur. Undersökningar i långliggande försök i Skåne
To remove or to incorporate straw affects organic matter, earthworms and pests. Studies in three long-term field experiments

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
Avd. för växtnäringslära

750 07 UPPSALA
Tel 018-671249
