



UTVÄRDERING AV OLIKA ODLINGS- SYSTEM I EN TRETTONÅRIG STUDIE PÅ KVINNERSTA

Ett projekt inom Örebro Läns Landstings miljöverksamhet –
effektivare odlingssystem

Rapport efter tredje växtföljdsomloppet, 1992 – 2004

Gärd L-Baeckström

Centrum för uthålligt lantbruk



Ekologiskt lantbruk – 51

Utvärdering av olika odlingssystem
i en trettonårig studie på kvinnorsta

Ett projekt inom Örebro Läns Landstings miljöverksamhet –
effektivare odlingssystem

Rapport efter tredje växtföljdsomloppet, 1992 – 2004

Gärd L-Baeckström

Centrum för uthålligt lantbruk
SLU
750 07 Uppsala

Fotograf: Gärd L-Baeckström sid. 5, 24, 25, 33, 60 och 72

Fotograf: Barbro Niska sid. 41 och 43

ISSN 1102-6758

ISRN SLU-EKBL-EL--30--SE

ISBN: 978-91-85911-97-4

Antal sidor: 112

Ämnesord: Odlingssystem, jämförelser, grödor, ekonomi, hälsoaspekter



UTVÄRDERING AV OLIKA ODLINGS- SYSTEM I EN TRETTONÅRIG STUDIE PÅ KVINNERSTA

Ett projekt inom Örebro Läns Landstings miljöverksamhet –
effektivare odlingssystem

Rapport efter tredje växtföljdsomloppet, 1992 – 2004

Gärd L-Baeckström

Centrum för uthålligt lantbruk



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	4
1 Inledning	5
1.1 Syfte.....	6
1.1.1 Frågeställningar	6
1.2 Litteratur.....	7
1.2.1 Andra odlingssystemstudier	7
1.2.2 Mark	10
1.2.3 Ogräs	12
1.2.4 Skadegörare.....	14
1.2.5 Ekonomi.....	18
1.2.6 Hälsospekter	18
1.3 Publicering av artiklar och rapporter	20
1.3.1 Finansiering.....	21
2 Material och metoder	22
2.1 Odlingssystem; plats, klimat och jord.....	22
2.2 Växtföljder och utformning av odlingssystemen	26
2.3 Förändring i den ekologiska växtföljden	26
2.4 Utförande och projektuppläggning	26
2.5 Analyser av jord, växter och gödselmedel.....	27
2.6 Statistiska analyser	29
2.7 Ekonomisk utvärdering.....	30
2.8 Hälsospekter	30
3 Resultat och diskussion.....	32
3.1 Väder och grödornas utveckling.....	32
3.2 Avkastning och kvalitet i olika grödor.	
– En jämförelse mellan olika odlingssystem. – Finns det skillnader?.....	33
3.2.1 Höst- och vårvete med specialstudier (Kvalitetsstudier i vete).....	33
3.2.2 Havre.....	39
3.2.3 Lin.....	41
3.2.4 Ärt och åkerböna med specialstudier	41
3.2.5 Vall I-III med specialstudier	43
3.3 Markförhållanden och växtnäring i de olika systemen	53
3.3.1 Växtnäringsbalanser: N, P, K	53
3.3.2 Utveckling av markparametrar 1980-2005.....	54
3.3.3 Markens innehåll av Ca, Mg, Cu-HCl och B	58
3.3.4. Markens innehåll av N	59

3.4	Ogräsinventeringar i höst- och vårvete.....	64
3.4.1	Skillnader mellan odlingssystemen.....	64
3.4.2	Skillnader mellan år	66
3.4.3	Skillnader mellan skiften.....	67
3.4.4	Skillnader mellan växtföljdsomloppen	67
3.4.5	Skillnader mellan grödor	67
3.5	Graderingar av svampangrepp och bladlöss i höstvet, vårvete samt i havre.....	69
3.5.1	Bladfläcksjuka.....	69
3.5.2	Ärtrotträta och vissnesjuka på ärt.....	71
3.5.3	Allmän rotträta på klöver.....	72
3.5.4	Havrebladlus, sädesbladlus och grönstrimmig gräsbladlus	73
3.5.5	Övriga skadegörare som graderats.....	75
3.6	Ekonomi.....	76
3.6.1	Ekonomisk utvärdering av odlingssystem.....	76
3.7	Hälsoaspekter	81
3.7.1	Specialstudier i höstvet	81
3.8	Slutsatser.....	83
	Referenser.....	87
	Personliga meddelanden/föredrag.....	98
	Bilagor.....	99

FÖRORD

Nu (2008) blåser det medvind för ekoodlingen, men så har det inte alltid varit. I mitten av 1960-talet var vi en liten grupp som började intressera oss för det som då kallades Alternativ odling (i dag Ekologisk odling). Orsakerna var flera, Sten Ebberstens examensarbete, som handlade om vad som gjorts inom detta "nya" odlingsystem i Europa, Rachel Carsons bok: "Tyst vår" var högaktuell och kanske blev vi också smittade av studentrevolten, -68. Sten entusiasmerade oss i hög grad för det "Nya Odlingsystemet". Följdriktigt kom vid SLU, Ultuna, det första doktorandarbetet i ämnet, Dlouhy, 1981 och 1982 den första kursen i Alternativ odling för lärare.

Parallellt med detta hade jag fått en assistenttjänst vid Inst. för Växtodling och påbörjat min licentiatutbildning med projektet: "Undersökningar rörande åtgärder mot fältgroning". Då som nu drabbades Mellansveriges odlare av rikliga regn under stråsädens mognadsperiod, vilket ökade risken för att kärnorna skulle gro i axen redan ute på fältet. I mitt lic-projekt besprutades vete och korn i olika mognadsstadier i växande gröda ända fram till strax före fullmognad för att hämma fältgroningen med bl.a. amitrol och maleinhydrazid. Jag genomförde behandlingarna med ryggspruta och hade ibland sonen med mig i en baby-lift ute i fält. Då visste man inte så mycket om rests substanserna och deras farlighet. Både amitrol och maleinhydrazid är nu sedan lång tid tillbaka förbjudna att användas p.g.a. att de är starkt cancerogena. Mitt intresse för Alternativ odling ökade.

När jag kom till Örebro län på 1970-talet var den allmänna inställningen "tummen ner för Alternativ odling". Som skolledare på Kvinnerstaskolan kunde jag organisera kurser i ämnet och lägga om de första hektaren att odlas ekologiskt. År 1991 fick jag en forskartjänst av Örebro läns landsting (ÖLL) under förutsättning att samarbete skedde med SLU. Dåvarande landstingsrådet Siv Palmgren skulle göra ÖLL till landets främsta eko-landsting.

I dag vill jag tacka ÖLL för de stora satsningarna, som gjorde det möjligt för mig att genomföra det här basprojektet! Vidare tack till Maria Wivstad, Inst. för växtproduktion och ekologi, SLU, Ultuna, som varit med och planerat projektet, till Michael Carlberg, statistiker, som bearbetat siffermaterialet, Onkologiska kliniken, USÖ, ÖLL., till Pryts Donationsfond, som bidragit med resurser till sammanställning och utvärdering, till Barbro Niska, som hjälpt mig i arbetet under flera år, till de forskare, som varit knutna till de olika specialprojekten och till övriga goda medarbetare: Petter Baeckström, lantbrukare, ekologisk odling, Ulf Engman, försökstekniker, HS Konsult AB, Örebro, Arthur Granstedt, Biodynamiska Institutet, Skilleby, Järna, Ulf Hanell, doktorand, Örebro Universitet, Börje Lindén, Inst. för Jordvetenskap, SLU, Skara, Bengt Lundegårdh, CUL, SLU, Helen Nilsson, rådgivare, Hushållningssällskapet, Östergötlands län, Agneta Nykvist, bibliotekarie, Kvinnerstaskolan, Magnus Ronell, förman för gården, Kvinnerstaskolan, Gunnar Svensson, LTJ-fakulteten, SLU, Alnarp, samt till Örebro kommun.

Rapporten inklusive nätbilagorna finns också att läsa på Internet
www.cul.slu.se/publikationer/ekolantbruk51.asp

Gärd L-Baeckström, projektledare, FoU-enheten, USÖ, ÖLL

1 INLEDNING

Kvinnersta har varit försöksgård med ekologisk odling i samspel med SLU sedan mitten av 90-talet. Gården kan representera den östra delen av Mellansverige. Det har funnits djur och vallodling på Kvinnersta sedan slutet av 40-talet. Jordarten är en mullhaltig mellanlera. Omläggningen av 7 ha till ekologisk odling genomfördes 1984. Därefter ställdes totalt 60 ha om 1988/89, den arealen fick utgöra det ekologiska odlingsystemet baserat på djurgödsel. År 2004 hade det varit omlagt till ekologisk drift i tre växtföljdsomlopp. Det konventionella odlingsystemet baserades också på stallgödsel eftersom Kvinnersta är en gård med mjölkproduktion. Det har funnits djur och vallodling på gården sedan slutet av 40-talet. Jordarten är mullhaltig mellanlera. År 1996 lades ytterligare 25 ha om till ett kreaturslöst odlingsystem med spannmål, trindsäd och gröngödsling.

Bild 1. Kvinnersta försöksgård, här har det som mest funnits 140 ha ekologiskt odlad areal.



Studien planerades i samspel med Maria Wivstad, SLU. I samband med planeringen medverkade en grupp lantbrukare i Örebro län till att det konventionella systemet kom med som jämförelse. De kände sig hemma med detta och ville jämföra med "det nya". Studien omfattar tre olika odlings-system; två kreaturssystem (ett ekologiskt och ett konventionellt) samt ett ekologiskt, kreaturlöst system. Studien är upplagd i fältmässig skala d.v.s. så nära verkligheten som möjligt, vilket gör den unik och värdefull ur lantbrukarsynpunkt. De tre odlingsystemen är belägna inom samma gårdsenhet, så mark- och väderförhållande kan betraktas som lika, vilket underlättar utvärderingen av systemen. Kvinnersta har som mest brukat 140 ha, vilket utgör 50 % av gårdens totala areal. I jämförande studier tycks växtplatsen vara en dominant faktor i PCA-analys (L-Baekström et al., 2006a). Detta är ett uttryck för effekten av lokala förhållanden som väder och markfaktorer, vilka kan elimineras genom att placera experimenten på nära håll inom ett fält (Fredriksson et al., 1997).

I föreliggande rapport hänvisas till resultat från tre växtföljdsomlopp (den ekologiska djurgården), varav tretton år dokumenterats. Den ekologiska spannmålsgården har dokumenterats i sex år.

1.1 SYFTE

Syftet med projektet har varit att spegla omläggningen till ekologisk odling, studera skillnader mellan odlingsystemen, men också att utveckla miljövänliga och uthålliga odlingsystem samt att belysa hälsoaspekter i förhållande till odlingsform. Målet har också varit att ge en ekonomisk jämförelse mellan de båda odlingsystemen med djur.

Resultaten från projektet med jord och skördeprodukter ska ge kunskap om hur de olika odlingsystemen fungerar, till rådgivare, producenter och konsumenter. Förhoppningsvis ska också forskare kunna ha nytta av resultaten för framtida odlingsystemprojekt. Det omfattande analysprogrammet, insamlade data om växtskadegörare och ogräsförekomst samt den noggranna dokumentationen av utförda åtgärder gör att odlingsystemstudien kan utnyttjas i många typer av specialstudier. Ett flertal forskningsprojekt både egna och andras har under åren knutits till basprojektet.

1.1.1 Frågeställningar

- Vad har hänt i marken med pH och växtnäringsinnehåll (N, P, K, Mg, Ca, Cu och B) efter övergång till ekologisk odling?
- Vad händer med växtsjukdomar och ogräs?
- Hur stor blir skörden och finns det några kvantitet- och kvalitetskillnader mellan de olika odlingsystemen?
- Finns det några tidstrender?
- Vilka faktorer (klimat, system, mark, ogräs och sjukdomar) har störst inflytande på grödornas avkastning och kvalitet? Finns det några skillnader mellan systemen?
- Vilket odlingsystem ger bäst ekonomi? (KULM-rapport, som

kortfattad kommer att berika framställningen) Kompetensområde 3 (Åtgärder för att främja ekologisk produktion)

- Finns det någon skillnad mellan systemen i kärn kvalitet avseende vissa spårämnen och vitaminer?
- Vilka forskningsbehov, miljöaspekter och odlingsråd kan lyftas fram utifrån den nyvunna kunskapen och erfarenheten från detta projekt?

1.2 LITTERATUR

I rapporten refereras till de olika specialstudierna som är genomförda på Kvinnersta och publicerade. Till avsnitt som delvis inte redovisats tidigare ges en bakgrund nedan, detta gäller avsnitt som: En översikt över andra odlingssystemstudier, mark, ogräs, växtsjukdomar och ekonomi.

1.2.1 Andra odlingssystemstudier

Studierna begränsas till svenska och nordiska. Eftersom väderleken visat sig ha så stor betydelse för resultaten betraktas dessa studier som jämförbara med våra.

I norra Sverige lades Öjebyn om året före Kvinnersta (Jonsson, 2004). I söder startade de skånska Kristianstadförsöken ett par år tidigare: jämförelse mellan konventionella och ekologiska odlingssystem (Ivarsson & Gunnarsson, 2001; Gissén & Larsson, 2008) och i väster Logården som lades om samma år som Kvinnersta (Delin, 2003). De båda sistnämnda projekten pågår fortfarande (2008).

I Öjebyn utanför Piteå i Norrbottens län har en konventionell och en ekologisk mjölkgård jämförts under tolv år 1989 - 2001 (Jonsson, 2004). Projektet belyser norrländsk växtodling och avslutades helt 2005 (Stensgård & Jonsson, 2005). Samma år visade Öborn et al. (2005) från denna fallstudie, flöden och balansberäkningar bl.a. med avseende på fosfor (P) och kalium (K). Interna källor och förluster tillsammans med självförsörjningsgrad av foder bestämdes. Studien visade att självförsörjningsgraden var mest begränsad för P (eftersom mjölk är mycket rik på P) och att import av foder och gödselmedel måste till för uthållighet på lång sikt. Dessutom identifierades interna K-förluster, som ledde till en negativ K-fältbalans som endast delvis kunde kompenseras genom nedfall av mineraler. Beräkningarna genomfördes med "FARMFLOW-modellen", denna modell är tillämpbar för andra gårdsstudier avseende näringsflöden. Från Öjebynförsöket (1994) i norr konstaterade Salomon fyra år efter omläggningen, att det inte fanns någon klar skillnad i genomsnittlig torrsubstansproduktion per hektar mellan de båda driftsformerna. Detta gällde också genomsnittlig mängd upptaget fosfor och kalium per hektar (Salomon, 1994). Fosfor och kalium i marken uppvisade små förändringar såväl i KONV som i EKO, kanske beroende på att det ekologiska odlingssystemet inte hunnit komma i näringsmässig balans under det första växtföljdsomloppet. Ytterligare tre år senare

konstaterade Salomon (1997) att K-balansen blivit mer negativ med tiden, medan P visat sig vara mer stabil i ekosystemet.

Kristianstadsförsöken, i södra delen av landet, har både kreaturshållande och kreaturlösa system såväl i ekologisk som i konventionell odling (Ivarsson et al., 2003). De är placerade på tre olika platser i Skåne, och speglar sydsvensk växtodling. Projektet drivs som storparceller. Det tolvåriga försöket visade att mängden lättlösligt K minskade i alla odlingssystemen, även i det konventionella. Växtnäringsbalanserna för de ekologiska leden visade ett underskott av P på mellan 4-11 kg/ha. Trots detta kunde en märkbar minskning av mängden lättlöslig P i marken endast påvisas i tre av nio ekologiska led (Ivarsson, 2003).

Av den senaste rapporten från Kristianstadsförsöken (Gissén & Larsson, 2008) framgår: "Att såväl ekologisk som konventionell odling bör bryta de onödigt höga fosforreserver, som kan finnas för att sedan komma in i en underhållsfas, där huvudregeln är att ersättning av bortförd fosfor behövs" (Bertilsson, 2008). Avseende kväve påtalar Bertilsson vidare: "Att de ekologiska odlingssystemen är starkt kvävebegränsade. Den är tydlig också för systemen med vall och stallgödsel". När det gäller att förebygga en utarmning av markens tillgängliga kaliumförråd är det viktigt: "Att gödslingen anpassas till en balans mellan tillförsel och bortförsel. Det finns vissa lerrika jordar, där markens egen kaliumlevererande förmåga kan tas tillvara som en intern tillförselkälla", enligt sistnämnde författare. Angående magnesium (Mg), koppar (Cu) och bor (B) är skillnaden mellan odlingssystemen obetydlig (Gissén & Larsson, 2008). Under årens lopp påverkas pH av odling, gödsling och kalkning. I den sistnämnda studien var variationen av pH så stor att inga signifikanta skillnader fanns mellan leden på de tre platserna.

Logårdsprojektet bedrivs på en mullhaltig mellanlera, 2 km från Grästorps i Västergötland. Projektet omfattar 60 ha med tre odlingssystem (ekologisk, integrerad och konventionell).

På Logården i västra Sverige har man under 11 år drivit en ekologisk spannmålsgård. Fosfortillgången i marken var hög (klass IV), varför det under ett antal år gick att ha en negativ fosforbalans (Delin et al., 2003). För att uppnå ett uthålligt system är det nödvändigt med ett kretslopp av P och eventuell komplettering med handelsgödsel fosfor, för att inte skördarna skall sjunka för mycket, enligt Delin et al. (2003). K och Mg frigörs från lermineralerna genom vittring och på lerjordar behöver man normalt inte tillföra dessa näringsämnen utifrån.

I ett 27-årigt försök i Järna fann man däremot att både P- och K-koncentrationen steg efter omläggningen (Pettersson et al., 1992).

Kvinnerstastudien i öster utgör ett komplement till dessa. När studien startade fanns bara ett fåtal vetenskapliga odlingssystemstudier genom-

förda i Sverige. De första utfördes vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), 1970 – 1977 (Dlouhy, 1981; Pettersson, 1982).

Sammantaget representerar dessa olika studier hela landet, med dess olika väder- och markförhållanden.

I Norden har ett flertal odlingssystemstudier genomförts på mjölkgårdar efter omläggning till ekologisk odling. En 11-årig studie i Norge (Hansen, 1997) visade att P-AL sjönk från 10 till 7 mg / 100 g jord, K-AL från 5 till 4 mg, Mg från 4 till 2 mg, samt att pH sjönk från 6,0 till 5,6 från 1985 till 1995. Medelnäringsbalansen (stallgödsel minus skörd) på fältnivå var -35 kg N, -20 kg K, -8 kg P, +1 kg Mg och -15 kg Ca/ha. Studien får stöd av ytterligare en norsk studie från 12 olika mjölkgårdar (Loes & Falk Ögaard, 1997) respektive från en dansk 14-årig studie, baserad på 13 mjölkgårdar (Kristensen & Halberg, 1995). Medelkoncentrationen av P-AL var lägre på EKO-gårdar än på KONV (Loes & Ögaard, 2001). Skördarna var trots detta acceptabla.

I Appelsvoll försökscentrum i Norge studerades 6 olika odlingssystem med avseende på N-balans och kväveutlakning. Studien bestod av två upprepningar och med vardera 8-årigt växtföljdsomlopp. Odlingssystemen var: Konventionell (KONV-S), integrerad (INT-S) och ekologisk spannmålsväxtföljd (EKO-S); samt konventionell (KONV-F), integrerad (INT-F) och ekologisk foderväxtföljd (EKO-F). Resultaten visade att det enda odlingssystemet, som inte ändrade sitt mark-N-innehåll var den konventionella foderväxtföljden. Den största nettoreduktionen bestämdes för den ekologiska spannmålsväxtföljden och den ekologiska foderväxtföljden, som var 45 respektive 43 kg N/ha. Utlakningen av N var i medeltal 18-35 kg N/ha och år med högst förluster från de två konventionella omloppen och lägst från de två ekologiska och den integrerade foderväxtföljden. Foderväxtföljden hade lägre N-förluster än spannmålsväxtföljden. Den integrerade foderväxtföljden tycktes vara det mest gynnsamma systemet både med avseende på mark-N-balans och N-utlakning. Mass-N-balanser tycktes vara bra redskap för att förutsäga N-utlakning från systemen.

En jämförelse av miljö, markbördighet, avkastning och ekonomi genomfördes i ovanstående odlingssystem (Eltun et al., 2002). På basis av näringsutlakning, markerosion och pesticidförorening kunde följande ranking göras från den mest gynnsamma påverkan till den minst gynnsamma med avseende på miljöeffekter: INT-F>EKO-F>EKO-S>INT-S>KONV-F>KONV-S. Miljöeffekter som N- och P-förluster var starkt förknippade med andelen vall i odlingssystemet. För att undvika näringsförluster i samband med odling måste odlingssystemen ändras i riktning mot mer blandat jordbruk med reducerad odlingsintensitet.

Kalkylering av näringsbalanser visade att det fanns ett betydande underskott i ekosystemen, ett faktum som måste tas hänsyn till när det

gäller att utveckla uthålliga, ekologiska odlingssystem. Avkastningsreduktionen i integrerat och ekologiskt odlingssystem i förhållande till det konventionella var mindre för fodergrödor och potatis än för spannmål. Detta tyder på att det är lättare att upprätthålla avkastningen med reducerad odlingsintensitet i ett blandat jordbrukssystem med djur än utan. Beroende på priser och statligt stöd till den ekologiska odlingen blev det ekonomiska resultatet lika bra för det ekologiska som för det konventionella. Det integrerade systemet var mindre gynnsamt än för de båda andra. Slutsatsen av studien blev att de integrerade och ekologiska systemen resulterade i mindre skada på miljön. Baserat på dagens statliga bidrag tycktes foderväxtföljderna vara mest ekonomiskt gynnsamma, tillsammans med det ekologiska spannmålssystemet.

Det är allmänt vedertaget att gröдавkastningen är ett mått på markens bördighet. I Norge undersökte en grupp forskare (Bakken, et al. 2006) denna uppfattning och genomförde en studie under 6 år efter omläggning av tre gårdar med varierande förutsättningar och avkastning. Gården i östra Norge visade att både P- och K-värdena sjönk under åren men att antalet maskar, biomassa och fysikaliska egenskaper förbättrades. På den södra gården med relativt bördig jord före omläggningen minskade K-innehållet och den organiska substansen i marken, medan andra markfaktorer inte förändrades. Gården i centrala Norge fann en positiv trend för maskar och rörformiga porer och en negativ trend för markporositet. Resultaten, särskilt de från östra gården, visar på svårigheten att dra slutsatser om allmän bördighet och uthållighet, när vissa parametrar visar delvis olika trender efter omläggning, t.ex. kaliums förändring över tiden. Förklaringen kan vara att gårdarna skiljer sig åt beträffande odlingshistoria och markbördighet före omläggningen.

Ett flertal odlingssystemstudier på mjölkgårdar har undersökts med avseende på pH och växtnäringsinnehållet i marken efter omläggning till ekologisk odling. Den sistnämnda studien visade inga entydiga resultat om att EKO-odlingen förbättrade bördigheten. Den visade snarare att de olika kvalitetsmåten för markbördighet förmodligen var bättre lämpade att användas som redskap för att lära sig att förbättra de olika komponenterna i odlingssystemen.

1.2.2 Mark

Den viktigaste effekten av pH på planttillväxten är näringsmässig. Mark-pH påverkar hastigheten i växternas näringsupptag, lösligheten av allt material i marken och mängden näringsjoner, som lagras på katjonutbytesplatserna. I sin tur påverkas pH-värdet av odling, gödning och kalkning. Från "Kristianstadförsöken" (Gissén & Larsson, 2008) rapporterades att man tycktes se trender och viss påverkan, men variationen var så stor att inga statistiskt signifikanta skillnader fanns mellan olika led. Näringsbehovet varierade med växtart, och det gjorde även pH-optimum. Vanligt pH-optimum ligger mellan 6,0-7,5, eftersom nästan all växtnäring, med något undantag, är tillgänglig i

det området. De flesta N-föreningar är lösliga vid alla pH-värden och föremål för läckage. De kommer i huvudsak från organiska källor och mineraliseringshastigheten från dessa källor går snabbast mellan pH 6,0 och 8,0.

I ekologiskt lantbruk med djur recirkuleras 60-90 % av växtnäringen i stallgödsel och urin (Granstedt & Westberg, 1993). Dessa gödselmedel (vall- och grüngödslingsgrödor, inblandning av halm och skörderester) ökar det organiska materialet i jorden och utgör föda för mikroorganismerna. Denna kombination leder till förbättrade markbetingelser för rottillväxt och hög markbiologisk aktivitet, som enligt Granstedt (1990) är bra för växternas näringsupptag i ekologisk odling. Markstruktur, biologisk aktivitet och mullhalt förbättras av ekologisk odling (Hansen et al., 1999; Stoltze et al., 2000; Morris et al., 2001; Stockdale et al., 2001). Det är högre markbiologisk aktivitet i ekologisk odling än i konventionell rapporterade Mäder et al. (2002). Den senare fann positiv korrelation mellan aggregatstabilitet och mikrobiell biomassa samt mellan aggregatstabilitet och maskbiomassa. Tilläggas kan att den del av rötterna som koloniserats av mykorrhiza var 40 % längre i ekologisk än i konventionell odling. Upptag av växtnäring var effektivare i det ekologiska odlingssystemet, trots lägre koncentrationer. Hälften av mykorrhiza-kolonisationen var beroende av markparametrar (pH, N, lösligt P, snabblösligt K och utbytbar Mg). Mer om kväveeffektivitet kan läsas i L-Baeckström et al. (2006a).

Fosforföreningar finns bundna i både organisk och oorganisk form i marken. De har svag löslighet i markvätskan. Organiskt bunden fosfor utgör mellan 25-65% och är viktig för tillgängligheten (Schachtschabel et al., 1998). Mikrofloran och-faunan är också betydelsefulla i ett ekologiskt odlingssystem med avseende på fosfor. Det finns en ökad potential för mineralisering av organiskt bundet P i det ekologiska odlingssystemet i jämförelse med det handelsgödselade (Oberson et al., 1993). Forskarna fann mer mikrobiologiskt bundet P i det ekologiska odlingssystemet och snabbare recirkulering av P genom den mikrobiologiska biomassan (Oberson et al., 2000). Vid pH mellan 6,6 och 7,5 är fosfor bäst tillgänglig. Sistnämnda författare påtalade att P-AL minskar i de övre jordlagren på sin väg ner i markprofilen. Troligt är att P får tillföras de ekologiska odlingssystemen i framtiden för att inte äventyra skördarna.

K-föreningar är lösliga vid alla pH-värden, men kan försvinna från lösningen genom att bindas t.ex. till lerkolloider. En del är utbytbara, men andra sitter hårt bundna. När en jord läcker och blir sur minskar mängden lösliga K-joner. I samband med kalkning drivs K-jonerna till icke utbytbara platser och dämpar ytterligare K-tillgängligheten.

Joner av kalcium (Ca) och magnesium (Mg) är de basämnen som förekommer rikligast i marken och som man knappast behöver gödsla med. Koppar (Cu) är en metall-katjon som fällt ut i svårösliga föreningar vid

högt pH, vilket kan leda till brist på Cu och begränsad tillväxt. Bor (B) kan läcka vid mycket låga pH, och dess löslighet är svag vid mycket högt pH. Eftersom B-behovet är litet och B vanligen förekommer rikligt i basiska jordar är svårslösligheten vanligen inget problem (Troeh & Thompson, 2005).

Växtnäringsbalansberäkningar i norra Europa visar att det fanns i medeltal små överskott av kalium i den ekologiska produktionen (Watson et al., 2002). I en norsk studie genomförd på ekologiska mjölkgårdar fann Kerner & Solberg (1993) ett överskott på 10 kg K/ha. Från en motsvarande dansk studie rapporteras att kalium varierade från 3 till -18 kg K/ha (Asgaard & Mikkelsen, 1995). På fältnivå med normal djurtäthet kunde variationerna bli större och variera från -12 till -73 kg/ha (Asdal & Bakken, 1999; Askegaard & Eriksen, 2000; Eltun et al., 2002). Ett skäl till större underskott, eller ett minskat överskott, i jämförelse på gårdsnivå, är inomgårdsförluster vid hantering av foder, gödsel etc. Kalium är lätttröligt i marken till skillnad mot fosfor. Detta innebär mindre förluster av P (Loes et al., 1999) än av K. Av mängden K i skördat foder fanns 50% i stallgödseln redo för recirkulation (Nolte & Werner, 1994; Öborn et al., 2005).

1.2.3 Ogräs

Håkansson (2003) gav en god bild av ogräsen, dess förekomst och bearbetning ur ett ekologiskt perspektiv. Skördetröskan innebar senare skörd och därmed mer mogna och drösningsbenägna ogräs än tidigare samt en urtröskning och spridning i fältet. Detta var särskilt förekommande där spannmål ersatte vallodling och ogräsfrön upplagrades i marken. Därför välkomnades herbiciderna på gårdar som saknade vall. Han påpekade att i den ekologiska odlingen har ogräs som lätt kontrolleras av herbicider blivit problematiska, t.ex. åkertistel (*Cirsium arvense*). Vidare att ogräsfloran i ekosystemen har förändrats i riktning mot hur den såg ut före 1950-talet. I Finland studerade Salonen et al. (2001) ogräs i vårsäd både i ekologisk och konventionell odling. Han fann, att om man jämförde ogrästätheten 1980 med nuvarande var det en kraftig ökning av svinmålla (*Chenopodium album*), kvickrot (*Elmys repens*), åkertistel (*Cirsium arvensis*) och åkermolke (*Sonchus arvensis*). Han konstaterade vidare att ogräsmängden i stort ökat i ekoodlingen men också i konventionell odling med mindre användning av herbicider. Ytterligare en finsk studie av Salminen (1999) konstaterade att svinmålla var det mest aktuella odlingsproblemet i ekologisk linodling. Rotogräs som kvickrot, åkertistel, åkermolke och hästhov (*Tussilago farfara*) har som gemensam nämnare att de är svårbekämpade, vilket rapporterats av bl.a. Persson (1998). De förebyggande åtgärderna mot ogräsen är en förutsättning för en fungerande ekologisk odling.

Kvickrot är det mest utbredda och i medeltal det ogräs, som har rikligast med rhizomer i de Nordiska länderna. Det är ett viktigt ogräs i tempererade områden med svala till lagom varma somrar och trivs ej i varma

klimat, vilket är förklaringen till varför kvickroten är ett besvärligt ogräs på våra Nordiska breddgrader (Håkansson, 1969). Sistnämnde författare hade genomfört ett flertal bekämpningsförsök av kvickrot och kommit fram till att effekten av avslagning av ovanjordiska skott, som upprepats med intervall på 1, 2 eller 4 veckor, minskade med ökat intervall. Upprepade avslagningar när skotten hade en längd av 5, 10, 15, 20 och 30 cm orsakade en gradvis lägre effekt av avslagningen ju längre skotten var (Håkansson, 1969). För att bekämpa kvickrot bör man stubbearbeta så snart som möjligt efter skörd. Rhizomerna skärs då sönder och lockas att skjuta nya skott. Fram till trebladsstadiet tar de nya skotten sin näring från rotdelen. En ny bearbetning bör göras innan näringstransporten vänder och näring lagras tillbaka genom fotosyntesen. Stubbearbetning följs av en djup plöjning. Då har de underjordiska stamdelarna så litet näring kvar att de inte orkar skjuta nya skott (Persson, 1998). Kwickroten kan bekämpas mer intensivt genom att minska intervallet mellan skörd och brytningsdatum och genom att inte låta kvickroten växa i fred på hösten (Dock-Gustavsson, pers. medd.).

Bekämpning av ogräs i eko-odlingen sker med jordbearbetning och andra tekniska åtgärder som ersätter den kemiska bekämpningen i den konventionella. I stråsådesodling är harvning en av de viktigaste teknikerna för mekanisk ogräsbekämpning (Myrbäck & Rydberg, 2006). Med harvning åstadkoms en ytlig bearbetning (2-3 cm djup), som troligen kan orsaka en viss kväveminalisering enligt författarna. En harvning bryter en eventuell skorpa och skapar ett avdunstningsskydd genom luckring av det översta jordlagret samt gynnar bestockningen. Författarna ville i ett försök undersöka vilken effekt en broddharvning hade på ogräs, kväveomsättning och skörd, på våren i höstvetete (2-3-bladsstadiet). Resultatet visade att antalet örtogräs kunde minskas betydligt på bl.a. på styvare lerjord till mellan 42 och 82 % av det i obehandlat led. Crossboardvälten och ogräsharven fungerade bäst på den styvare leran. Behandlingen gav ingen ökad kväveminalisering men däremot 10 % högre skörd i medeltal.

Åkertistel är ett av de största ogräsproblemen i ekologisk spannmålsodling (Delin et al., 2002), eftersom här saknas tvåårig vallodling med avslagning, som kan konkurrera bra mot tisteln. I Danmark har Graglia et al. (2006) studerat mekanisk bekämpning och/eller olika odlingsstrategier för att komma tillrätta med uppförökning av åkertistel i ekologisk odling. Fyra olika tekniker har använts, upprepad avslagning eller hackning under den första delen av säsongen i kombination med konkurrens från en kvävande gröda (gräs/ vit- eller rödklöver). Strategien syftade till att minska den generativa fasen av åkertistel och effekten mättes i efterföljande gröda i vårkorn utan ogräskontroll. I allmänhet minskade mängden biomassa av åkertistel linjärt i förhållande till antalet avslagningar och hackningar. Resultatet visade att en intensiv avslagning och hackning inom en odlingsssäsong ökade skörden påföljande år. – Ett pilotprojekt startade 2005 på Kvinnersta för att studera just

hampan konkurrenskraft i växtföljden i jämförelse med avslagning av tvåårig vall. Projektet fick tyvärr avbrytas p.g.a. försenad sådd, vilket ledde till dålig uppkomst. Hampan tycks vara särskilt känslig för torra förhållanden under etableringen och bör därför sås tidigt.

I annuella grödor trivs annuella ogräs i fält som regelbundet plöjts under många år. Även perenna ogräs kan förekomma här. De gynnas av plöjning, särskilt om de har anpassat sig under flera år. Perennerna i annuell gröda har ofta ett krypande växtsätt med rhizomer och stimuleras av mekanisk störning, ex. kvickrot och åkerfräken med rhizomer samt åkermolke med krypande rötter. Annuella ogräs växer mindre kraftigt i vallar med klöver/gräs p.g.a. konkurrensen med vallplantorna.

Perenner med rhizomer som t.ex. kvickrot är mycket persistenta i vallar. Beroende på klimat, mark, vallplantor, gödslings och avslagning kan dessa ogräs antingen minska eller öka med plantornas ålder. De tycks minska över år med lågt förråd av N, men öka med högt, vilket överensstämmer med Tilman (1990). Många perenner är känsliga för plöjning, men tål avslagning av vallen t.ex. maskros (*Taraxacum vulgare*). Den stolonförsedda vitklöver (*Trifolium repens*) överlever ibland i plöjda marker om det är tillräckligt fuktigt.

Ogräsfloran förr innehöll flera arter än idag beroende på att de kunde överleva i svaga grödbestånd. Många av dessa arter har konkurrerats ut med införandet av handelsgödsel och bekämpningsmedel. Klimat, mark och odlingsystem, likaså näring, vatten såväl som arter, sorter och såddjup samspelar. Mekanisk bearbetning och skördetidpunkt påverkar floran och spridningen av ogräsen, t.ex. växling i skördetid påverkar möjligheterna till mekanisk bearbetning av kvickrot. De ogräs, som har en långsam utveckling i unga stadier, t.ex. åkerfräken pressas tillbaka av kvävegödslingen (Håkansson, 2003).

1.2.4 Skadegörare

Endast de viktigaste växtsjukdomarna, som har orsakat skada på Kvinnersta beskrivs nedan. Enligt Växtskyddscentralen är höst- och vårvetets bladfläcksjuka, egentligen en sammanslagning av brunfläcksjuka (*Stagonospora nodorum*), svartpricksjuka (*Stagonospora tritici*) och vetets bladfläcksjuka (*Dreschlera tritici-repentis*). Havrens bladfläcksjuka utgörs av en sammanslagning av havrens bladfläcksjuka (*Dreschlera avenae*) och havrens svartpricksjuka (*Stagonospora avenae*).

Vetets bladfläcksjuka angriper i första hand vete, men den förekommer också på råg, korn samt på en del vilda och odlade gräs. Svamparna är utsädesburna, men överlever också som mycel eller fruktkroppar på smittade skörderester. Den utvecklar sig bäst under regniga förhållanden, men riklig daggbildning är tillräcklig för att sporer skall bildas, som sedan sprids med luftströmmar i beståndet. Även kärnorna kan smittas. Enligt Hedene & Olofsson (1994) är ordnad växtföljd och ned-

plöjning av smittade skörderester den bästa förebyggande åtgärden. I det konventionella odlingsystemet kan bladangrepp på sommaren bekämpas i växande gröda.

Havrens bladfläcksjuka (*Dreschlera avenae*) orsakas av en svamp, som angriper havre och fodergräs. Svampen sprids med utsädet och med sporer bildade på skörderester från tidigare angripen gröda. Havrens bladfläcksjuka orsakar normalt inte så stora ekonomiska förluster. Mycket havreodling och regniga år, särskilt om utsädet är smittat, leder till svårast angrepp. Viktigast i förebyggande syfte är nedbrukning av smittade skörderester samt användning av friskt utsäde.

Stråknäckarsvampen (*Pseudocercospora herpotrichoides*) angriper många gräsarter, men speciellt stråsäd varav havre i mindre omfattning och höstsäd mer än vårsäd. Enstaka strån får vita, sterila ax som en följd av angreppet (Hedene & Olofsson, 1994). Svampen är en typisk växtföljdsparasit och kvickrot är också värdväxt. Nedplöjning av skörderester efter en angripen gröda minskar risken för angrepp i efterföljande mottagliga gröda. Frodigt bestånd (jfr en konventionell gröda) och rikligt med ogräs, ökar också risken för infektion. Angreppen blir ofta svårast under år, som föregås av en mild vinter och en kylig, regnig vår.

Rotdödarsvampen (*Gaeumannomyces graminis*) är jordbunden och angriper stråsäd och gräs. Kvickrot är också i detta sammanhang en god värdväxt för svampen. I fält angrips plantor antingen enskilt eller fläckvis (Hedene & Olofsson, 1994).

Ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*) orsakas av en markbunden svamp och förekommer allmänt i Syd- och Mellansverige (Engqvist, 1993). Det är den allvarligaste sjukdomen på ärt i Norden (Bodker & Larsson, 1993; Heyman, 2008). Den sistnämnde författaren påpekar också att inoculum är persistent i marken och att det inte finns några resistent sorter, vilket gör att sjukdomen är svår att komma tillrätta med. Heyman konstaterade också att hög koncentration basiska Ca-salter i marken starkt reducerar sjukdomen. Svampen hämmar också baljväxters bakterieknölar, som kan förstöras vid våra angrepp. Oosporerna kan leva kvar i marken upp till 15 år. Svampen har en bred värdkrets, där även åkerböna, lusern, rödklöver och några ogräsarter ingår. Enligt Levenfors (2003) utvecklas sjukdomen och orsakar sämre skörd främst i ärt, åkerböna och trädgårdsböna. Flera baljväxter är värdväxter som lusern, käringtand, vicker och perserklöver, men det utvecklas inga sjukdomssymptom i dessa grödor. Klimat och jordart påverkar. Övergång till ekologisk odling har inte sällan lett till en intensiv baljväxtodling på flera jordar. Intensiv baljväxtodling på många jordar är inte uthållig, beroende på markburna patogeners inoculum (Levenfors, 2003).

En ordnad växtföljd är den vanligaste förebyggande åtgärden för att komma tillrätta med sjukdomen, 6-8 år mellan ärtgrödorna på välträ-

nerade fält. Vidare att odla andra leguminoser, enligt ovan, som är mer motståndskraftiga mot sjukdomen.

Vissnesjuka (*Fusarium oxysporum* f. sp. *psii*), yttrar sig genom att ärtplantorna ofta fläckvis och plötsligt gulnar och vissnar utan symptom på ärtrottröta. Sjukdomsbilden är vanlig i ärtfälten under regniga somrar och på jordar med tät struktur och svag dränering. Vissnesjuka beror på att kärlsträngarna i rötter och stjälk angripits av en svamp. Svampen överlever många år i jorden och jordsmitta är den vanligaste smittkällan. Utan baljväxtbakterier lider ärterna snart av kvävebrist och ljusnar.

Allmän rottröta på klöver (*Fusarium* root rot). Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) odlas i slåttervallar i blandning med vallgräs och utgör motorn i ekologiska odlingssystem. Ett stort problem med slåttervallen är att klöverhalten minskar över tiden (Frankow-Lindberg, 1989; Rufelt, 1986; L-Baeckström, 1997; Nykänen et al., 2000).

Arter från släkten som *Fusarium* (rottröta), *Sclerotinia* (klöverröta), *Cylindrocarpon*, *Phoma* och *Pythium* anses orsaka infektioner i rödklöverroten (Lager, 2002). Allmän rottröta på klöver orsakas av flera svampar främst ur släktet *Fusarium*.

Forskarna har under senare år visat att några av de mest patogena *Fusarium*-svamparna, *Fusarium culmorum* och *Fusarium avenaceum*, förutom baljväxter dessutom kan angripa vallgräs och vete (Lager & Gerhardson, 2002), vilket kan vara problem i växtföljder med både klöver och vete.

Följande fråga inställer sig: Finns det andra angreppssätt, än ovan nämnda, mot de resistent, markbundna parasiterna?

Flera markbundna parasiter, som tillhör bl.a. släktena *Fusarium*, *Aphanomyces* och *Sclerotinia* orsakar, enligt ovan, rotskador och skador på kärlsträngarna. Detta förhållande har intresserat flera forskare, som funnit att växtpatogener i samspel med Arbusculär mykorrhiza (AMF) kunnat reducera skadan (Hooker et al. 1994; Azcon-Aguilar & Barea, 1992)

Växterna omger sig i sin miljö av många mikroorganismer, såsom bakterier, mycoplasma, virus, nematoder etc. Många av dessa är patogener, som leder till sjukdomar, men trots detta är de flesta växter motståndskraftiga mot deras attacker, eftersom de har utvecklat effektiva mekanismer för att skydda sig mot angrepp. Det mest utbredda samspelet i naturen mellan växt och mikroorganism är arbusculär mykorrhiza (AMF) på växters rötter.

Växterna försvarar sig mot patogener genom ett samspel med AMF (Hammond-Kosack & Jones, 1996). Av markfaktorerna, som påverkar samspelet i AMF-populationen kan nämnas vattenhalt (Andersson et

al.,1984; Porter et al., 1987; Wang et al., 1993), temperatur (Koske, 1987) och mullhalt (Johnson, 1991). Samspelet mellan olika AMF och växtpatogener varierar också med växt-genotypen (Mark & Cassels, 1996).

Mykorrhizan hjälper värdväxten att ta upp näring, vilket stärker växten mot patogenattacken. Det finns starka bevis för att bildandet av mykorrhiza inducerar kvantitativa, kvalitativa och rumsliga förändringar i mikrobiopopulationen (Linderman & Paulitz, 1990; Azc6-Aguilar & Barea, 1992). Studier har visat att en speciell AMF *Glomus intraradices* 6ndrar tillväxten av ex. *Fusarium* (St-Arnaud et al., 1995). Filion et al. (1999) har visat att *Glomus intraradices* p6verkar tillväxten och utvecklingen av vissa patogenh6mmande, marklevande mikroorganismer. Dessa resultat visar p6 m6jligheten att med AMF p6verka tillväxten av mikroorganismer. Intressant 6r att dessa mikroorganismer har visat sig kunna motverka patogenerna utan negativa biverkningar och kan också stimulera mykorrhizabildning (Barea et al., 1998; Budi et al., 1999).

Flera arter av bladl6ss upptr6der p6 str6s6d. Den som vanligen dominerar i antal och orsakar de st6rsta ekonomiska f6rlusterna, 6r havrebladlus eller h6ggbladlus. Ytterligare ett par arter, s6desbladlus och gr6nstrimmig gr6sbladlus, 6r relativt vanliga men orsakar mindre skada 6n den f6rstn6mnda. Skadan som orsakas av ett bladlusangrepp 6r beroende dels av m6ngden l6ss per str6, dels str6s6dens utvecklingsstadium vid tidpunkten f6r l6ssens upptr6dande. Ju tidigare angreppen b6rjar desto sv6rare blir skadan. Skadans storlek 6r också beroende av sk6rdeniv6n, d.v.s. 10 l6ss per str6 eller ax ger betydligt st6rre sk6rdef6rlust vid en sk6rd p6 7000 kg per ha 6n samma antal l6ss vid en sk6rdeniv6 p6 4000 kg per ha (Hedene & Olofsson,1994). Kemisk bek6mpning f6rekommer i konventionell odling, medan den ekologiska 6r beroende av biologisk bek6mpning. Nyckelpiga, stinksl6nda och blomfluga 6r k6nda exempel p6 nyttiga insekter som lever p6 bladl6ss och som uppf6r6kas n6r det finns gott om dem i naturen.

Havrebladlus (*Rhopalosium padi*). Denna lus 6r ca 2 mm l6ng, till f6rgen brunaktigt olivgr6n med en rostr6d teckning p6 bakkroppen. Av str6s6d 6r korn, havre och v6rvede v6rst utsatta f6r angrepp. 6ven h6stvede angrips ibland, men i mindre omfattning. Kolonibildningen b6rjar nere p6 str6et, men vid ih6llande torrt v6der angrips 6ven de delar av str6et som ligger under markytan. H6r 6r l6ssen mycket sv6r6tkomliga f6r kemisk bek6mpning. V6derleken har 6ven h6r stor betydelse. F6rekomsten av bladl6ssens naturliga fiender 6r av betydelse f6r angreppens utveckling.

S6desbladlus (*Sitobion avenae*) skiljer sig fr6n havrebladlusen genom smalare kroppsform. F6rgen 6r r6dbrun till gr6naktig till n6stan svart. Arten upptr6der senare i str6s6den och 6r vanligast i vete. Angreppen b6rjar p6 de 6vre bladen och efter axg6ng 6r de uppe i axen. Vid fuktig v6derlek angrips ofta s6desbladlusen av parasitsvampar. Ett lusangrepp bryter d6 samman mycket snabbt.

Grönstrimmig gräsbladlus (*Metapholophium dirhodum*). Känns igen på den mörkgröna ryggstrimman. Den har vilda och odlade rosor som vintervärd och flyger över till stråsåd relativt sent på säsongen (Hedene & Olofsson, 1994).

1.2.5 Ekonomi

Eko-odlingen har under flera år haft ett bättre ekonomiskt utfall än den konventionella. Det har bl.a. rapporterats från de tre försöksgårdarna, som tidigare nämnts (Delin, 2003; Jonsson, 2004; Gissèn & Larsson, 2008). För enskilda grödor har den lägre skördenivån kompenseras fullt ut ekonomiskt genom ett högre pris. Den ekologiska odlingen har dessutom särskilt miljöstöd och lägre kostnader har slagit igenom som ett avsevärt mycket högre täckningsbidrag för respektive gröda.

En nackdel med Eko-odlingen är att det inte går att pressa växtföljderna lika hårt som i det konventionella systemet, man kan inte maximera de mest lönsamma grödorna. Den förlusten täcks dock mer än väl av att täckningsbidraget är högre för de enskilda grödorna. Förklaringen är givetvis att Eko-odlingen får fram en unik produkt, som efterfrågas på marknaden och att denna efterfrågan ständigt växer. Så länge det finns en grupp konsumenter, som är beredda att betala det som krävs för att få tillgång till ekologiska livsmedel kommer också lönsamheten i den ekologiska odlingen att överträffa den konventionella (Jonasson, 2008).

Detta visade sig inte minst hösten 2007, när priset på konventionell spannmål sköt i höjden p.g.a. efterfrågan på energi och låga skördar i andra delar av världen. Dessa faktorer påverkade knappast den ekologiska odlingen men ändå steg priset mer för ekologisk spannmål än för konventionell. Marknaden säkerställde på detta sätt fortsatt tillgång på ekologisk spannmål. Allt tyder på att detta förhållande kommer att hålla i sig under en lång tid.

1.2.6 Hälsaspekter

Mer än två billioner människor i världen idag konsumerar dieter som är mindre varierande än för 30 år sedan, vilket leder till brister avseende mikronäringsämnen och vitaminer (Genc et al., 2005). Näringsfattig mat är ett hot mot folkhälsan. Vid en konferens på KSLA diskuterades nyligen nya resultat under rubriken: "Färre mineraler i svenskt vete". Halterna av t.ex., Fe, Cu och Se täcker inte längre djurens behov och nu efterlyser forskarna fler studier kring hur människors hälsa påverkas. Holger Kirchman, SLU, påpekade att svenskt vete har så låga mineralhalter att det inte duger som djurfoder utan att berikas. Samma spannmål används också som brödsäd i en lång rad livsmedel avsedda för människan. Enligt näringsfysiolog Gösta Samuelsson, Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg (pers. medd.), tog man bort berikningen med Fe i vetemjölet för några år sedan med motiveringen att människan inte kunde tillgodogöra sig detta. Han ansåg att allsidigt sammansatta livsmedel var botemedlet.

Ett område, som ofta är svårt att diskutera i vetenskapliga termer, är huruvida ekologiskt producerad mat är av högre kvalitet än konventionellt producerad. Detta beror på att det föreligger brist på forskningsresultat inom detta område. Dagens debatt har främst fokus på näringsförråd och miljöförstöring t.ex. kväveläckage, pesticidanvändning, energieffektivitet, djurhälsa, etik och mångfald.

Resultat från litteraturen tyder på att det inte är så enkelt som att lägga om konventionell odling till ekologisk, upphöra med pesticidanvändningen och tro att enbart denna åtgärd ökar produktkvaliteten (Lundegårdh & Mårtensson, 2003; Ryan et al., 2004). Faktorer som fysikaliska och kemiska markfaktorer, markflora- och faunaaktivitet och dess biologiska mångfald påverkar också den kemiska sammansättningen i grödan och därmed dess resistens mot sjukdomar och produktkvalitet (Fageria et al., 2002; Alloway et al., 2004). Fältförsök, som beskrivs i litteraturen illustrerar denna komplexitet. Några försök har visat att konventionell odling ger produkter av högre kvalitet, medan andra har svårt att finna någon skillnad i näringsvärde (Woese et al., 2004; Soil association Organic Standard, 2000; Worthington, 2001).

Det är svårt att jämföra försök eftersom de har pågått olika lång tid, platserna har olika historisk bakgrund och lider brist på markdata och parametrar, som är nödvändiga för att identifiera biologiska samspel (Edmeads, 2003).

Människans och djurens tillgång på näringsämnen beror av mat respektive foder och dess ursprung i marken (Combs, 2004). Skillnader i markegenskaper och biologisk mångfald av mikroorganismer beror också på det praktiska jordbruket (Ryan, 2004; Mäder et al., 2002) och detta påverkar tillgängligheten av mineralämnena. För att förklara hur odlingssystem påverkar kvaliteten hos olika produkter behövs en kunskap om fysiska, kemiska och biologiska karakteristika i marken. Dessa kan variera med jordbearbetning, fält och år såväl som näringsämnenas tillgänglighet i marken och ämnenas upptag i växterna (Lundegårdh & Mårtensson, 2003; Fageria et al., 2002; Alloway, 2004). En förändring i sammansättning och aktivitet av rhizosfärens mikroflora påverkar upptaget av ett flertal näringsämnen (Ryan, 2004; Bossio et al., 1998), som påverkar växtens näringsstatus och sålunda dess resistens mot sjukdomar (Ryan, 2004, Fageria et al., 2002; Marschner, 1995).

Spårämnen är nödvändiga för många processer i de mänskliga försvarssystemen. Viktiga spårämnen är Co, Cr, Fe, I, Mn, Mo, Se och Zn (Hambidge, 2003; Lindh, 2004). En allmän brist på spårämnen reducerar motståndskraften mot tumörsjukdomar (Avtsyn, 1990). Cr och Se motverkar hjärtsjukdomar, medan brist på Fe leder till blodbrist (Combs, 2004; Lindh, 2004). Se-brist kopplas till flera olika cancerformer men också till celiaki (glutenintolerans).

De spårämnen, som är essentiella för växten, är också viktiga vid produktionen av sekundära metaboliter ex. flera vitaminer och antioxidanter (Harborne et al., 1999; Abdulla & Gruber, 2000; Ekmekcioglu, 2001). En ökad tillgänglighet av spårämnen ökar nästan alltid vitaminhalterna och motståndskraften mot växtpatogener (Mozafar, 1994). Ett bra förråd av Co och vitamin B12 ökar vitamininnehållet i växten. Vitaminerna A (karotenoider) och E (tokokromanoler) tillhör gruppen anticarcinogena ämnen i maten (Dechosse et al., 1975; Greenwald et al., 1989; Moore, 2005). Enligt Svenska Cancerkommittén (SOU, 1984:67) kan 30 % av den nuvarande incidensen av tumörsjukdomar undvikas, medan Einhorn och Steineck (1991) ansåg att siffran var 70 %. En mängd undersökningar visar också på hur våra viktigaste vitaminer, och troligen även andra bioaktiva ämnen, som förekommer i små mängder i växten, varierar med odlingsförhållanden, art och sort. Avseende vissa mineralämnen har dessa frågor debatterats av L-Baekström et al, (2006b).

Vete är en av de mest utbredda grödorna i världen. I Sverige består det dagliga intaget av vete till ca 10 %, vilket betyder att näringsammansättningen i vete är viktig för det dagliga intaget av spårämnen och vitaminer (Livsmedelsverket, 2006). Kväveupptaget i det konventionella odlingsystemet är ofta högre än i det ekologiska. Ett resultat av att det konventionella systemet använder snabbverkande N-former är att det ofta påverkar koncentrationen av näringsämnen negativt och bakningskvaliteten positivt (Ryan, 2004; Woese et al., 1995, Soil association Organic Standard, 2000; L-Baekström et al, 2004; Hanell et al, 2004). Anspråket på att ekologiska produkter har ett bättre näringsvärde baseras på antagandet att de konventionella produkterna är utspädda avseende näringsämnen p.g.a. högre skördar. Vidare att handelsgödsel ger upphov till en obalans i näringsupptag speciellt av spårämnen, essentiella för människan men inte i växten (Lundegårdh & Mårtensson, 2003; Worthington, 2001).

1.3 PUBLICERING AV ARTIKLAR OCH RAPPORTER

I föreliggande basprojekt (Rapport) presenteras samtliga växtföljdsomlopp jämte sammanfattningar av de redan publicerade artiklarna och rapporterna. Rapporten med bilagor riktar sig till projektets finansörer, Örebro läns landsting, Prytz Donationsfond, Örebro kommun/ Kvinnersta, SLU, Länsstyrelsen, samt till HS-konsult AB, intresserade lantbrukare och allmänhet. Vidare publicering i populärvetenskaplig tidskrift som t.ex. Forskningsnytt om ekologiskt lantbruk i Norden, samt presentation i samband med ekokonferensen arrangerad av CUL, SLU. Undertecknad har varit medverkande i KULM-finansierade projekt inom ekologisk odling och kursverksamhet på Kvinnersta.

Odlingssystemen har noggrant följts under åren och givit upphov till många nya frågeställningar. Dessa har lett till mindre förändringar i det ekologiska systemet och till nya projekt enligt nedan. Lantbrukarna

i länet har också varit med och givit sina synpunkter i samband med kurser och fältvandringar på Kvinnersta.

I de aktuella odlingssystemen har flera specialstudier genomförts och publicerats i olika tidskrifter. I en 5-årig studie: "Vallens förfruktsvärde i ekologisk odling" (Granstedt & L-Baeckström, 2000) har förfruktsvärdet från olika vallåldrar beräknats. Uttalandet "det går inte att baka bröd på ekologiskt mjöl" sporrade till ett par vete-studier: "Bakningskvalitet i höstvete, som odlats i olika odlingssystem, ett helhetsgrepp" (L-Baeckström et al., 2004) och "Kvalitetsstudier i vete odlat i olika odlingssystem" (Hanell, et al., 2004). Den över 10-åriga tvisten mellan forskare om vilket odlingssystem som läcker mest kväve föranledde studien: "Kväveeffektivitet i en 11-årig studie i konventionell och ekologisk veteodling" (L-Baeckström, et al., 2006a). Den sistnämnda studien har rönt uppmärksamhet från SJV och har omarbetats till ett par kortare artiklar på svenska, den ena för lantbrukare och den andra till ett rådgivningsmaterial. De publicerade artiklarna har också rönt intresse internationellt och efterfrågats från USA, Tyskland, Ungern, Danmark och Norge. Det ekologiska valet – påverkar det nästa generations hälsa? Detta komplexa område har engagerat mig under ett flertal år. Här finns stora kunskapsluckor, men också flera indikationer på att ekologisk mat har positiva hälsoeffekter. Hälsoaspekten har intresserat och resulterat i studien: "Samspelet mellan kvävedos, år, mognadsstadium på kväve- och spårelementkoncentrationer och utsädesburna patogener i ekologiskt och konventionellt vete" (L-Baeckström, et al., 2006b). En motsvarande artikel om vitaminer föreligger i manuskript (Lundegård & L-Baeckström, manuskript inlämnat till Acta Agric. Scand. B, 2008). Dessutom några rapporter, som bekostats med KULM-resurser och avslutats: "Uthålliga vallblandningar" (L-Baeckström, 2005) mot bakgrund av Allmän rotröta på rödklöver, som blivit ett problem på Kvinnersta, "Vallbrottstidpunkter inför sådd av vårvete" (L-Baeckström & Wivstad, 2006c) samt "Ekonomisk utvärdering av olika odlingssystem i en trettonårig studie" (L-Baeckström, 2006d). Från ovanstående studier, som utgör en del av helhetsbilden för de olika odlingssystemen, kommer kortfattade resultat att presenteras.

Rapporten förväntas ge en helhetsbild av de olika systemen och generera förslag och rekommendationer vad gäller odlingssystemens uppbyggnad samt åtgärder som kan leda till förbättringar med tyngdpunkt inom den ekologiska odlingen.

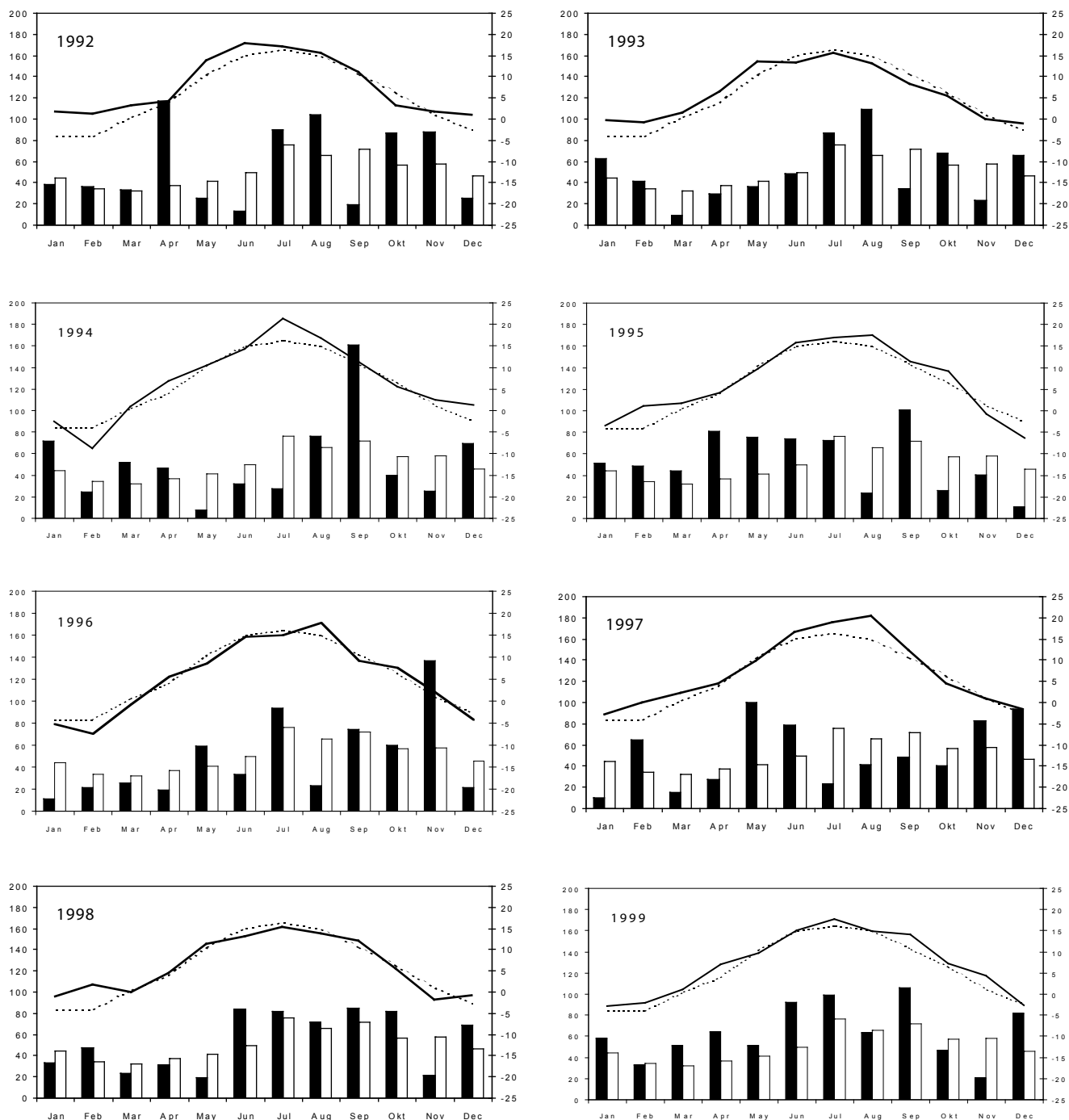
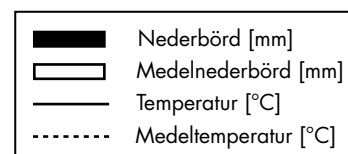
1.3.1 Finansiering

Huvudfinansier för basprojektet var Örebro läns landsting, Örebro kommun, Sveriges Lantbruksuniversitet och Prytz Donationsfond.

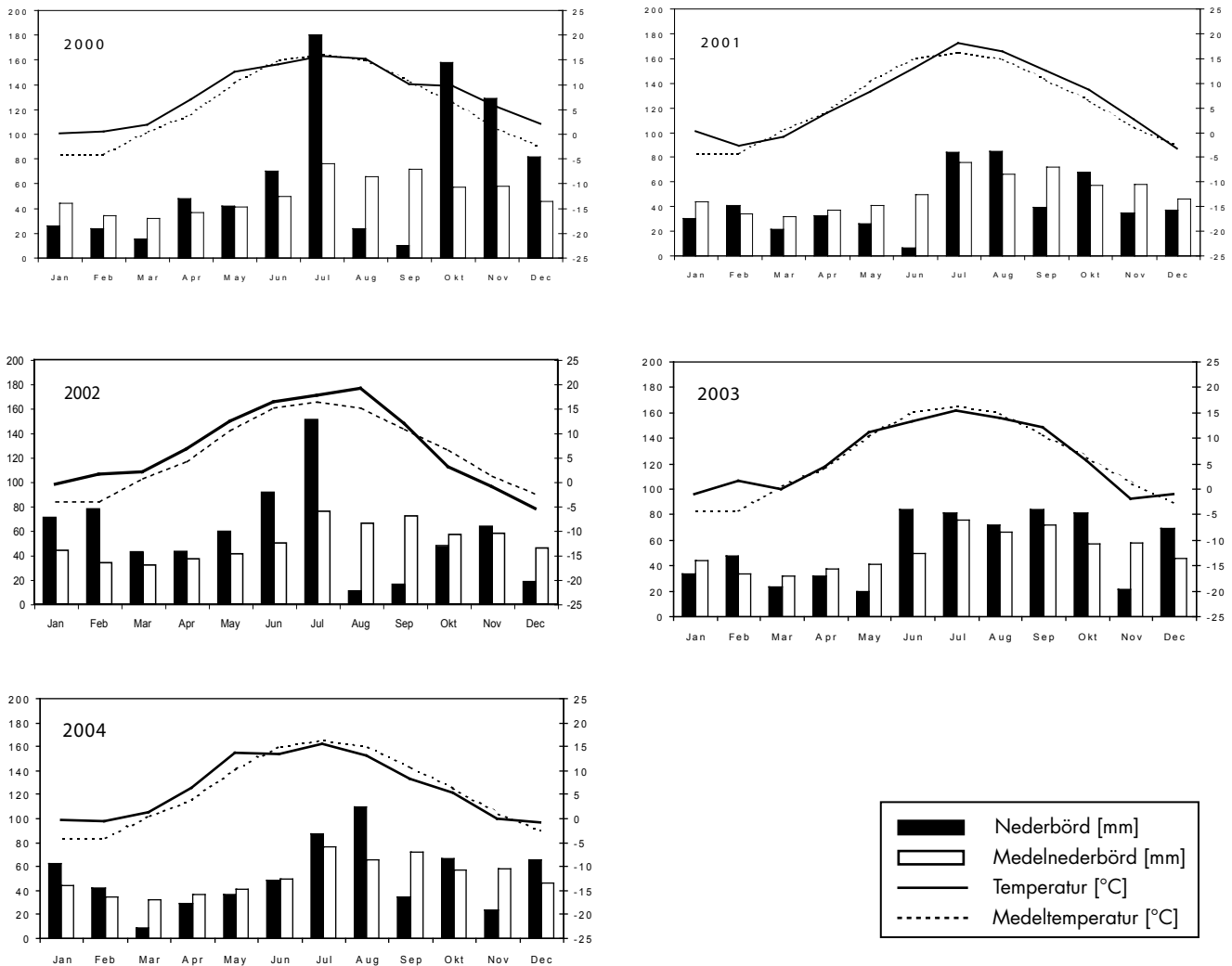
2 MATERIAL OCH METODER

2.1 ODLINGSBETINGELSER; PLATS, KLIMAT OCH JORD

Studien genomfördes på försöksgården Kvinnersta, Örebro i Mellansverige, latitud, 59°22 min N och longitud 15°15 min Ö, 40 m över havet. Årsmedeltemperaturen för 1961-1990 var för Örebro 5,7 °C och medelnederbörden 614 mm. I figur 1 kan klimatförhållandena studeras för de 13 aktuella åren.



Figur 1. Nederbörd (svarta staplar) och temperatur (heldragen linje) i Örebro, 1992-2004 och 30-årsmedeltalet (1961-1990) för nederbörd (vita staplar) och temperatur (streckad linje). Den vänstra vertikala axeln visar nederbörd i mm och den högra vertikala axeln temperatur i °C.



(Figur 1. fortsättning)

Väderlekssituationen inverkade i hög grad på de erhållna försöksresultaten (figur 1). Under försöksperioden konstaterades att vegetationsperioderna 1992 och 1994 var extremt torra och försommaren 1995 var extremt fuktig med denitrifikation till följd, för att under augusti bli torr och varm, vilket ledde till brådmognad. Skördarna 1994 och 1995 blev därför förhållandevis låga. Det var endast åren 1993 och 1996, som kunde betraktas som "normala" ur klimatsynpunkt (jämförelse med 30-årsmedeltalet). Under de båda senare växtföljdsomloppen kan vegetationsperioden 1998 betraktas som både sval och nederbördsrik ända in i oktober och utan någon egentlig upptorkningsperiod.

Erfarenheten under de första sex åren visade, att det ekologiska systemet var känsligare för extrema väderleksförhållanden än det konventionella systemet, vilket tog sig uttryck i lägre skörd. Framförallt var det under torra förhållanden, då det organiskt mineraliserade kvävet inte nådde fram till växtrötterna på grund av utebliven nederbörd.

Mineraliseringens hastighet är beroende av mikroorganismernas aktivitet, som i sin tur är beroende av temperatur- och nederbördsförhållanden i marken. I regel är mineraliseringen hög vid temperaturen 15-20 °C. Avdunstningsförlusterna kan bli betydelsefulla i torrt och varmt klimat, t.ex. i samband med grüngödslingsklipp och ammoniakavgång. Grödornas växtnärbegov är störst i maj och juni, då tillväxten är som kraftigast. Låg nederbörd under denna period leder till att växterna tömmer marken på vatten, och att det blir för torrt för att mikroorganismerna skall kunna mineralisera kvävet ur det organiska materialet. Under torra försomrar kan det därför lätt uppstå kvävebrist och bladverket gulnar som på Kvinnersta 1992 och 1994. Kvävebrist uppkommer också genom denitrifikation, som försomrarna 1995 och 1997, då marken var för fuktig. Det sistnämnda året försenades vårsådden och flera fält fick sås om. Omsådden skedde i vissa fall i för fuktig jord, vilket ledde till markpackning, som i sin tur ledde till denitrifikation och dålig etablering av grödan. Växtnäringen i det biologiska reaktionssystemet är inte lika reglerbar som näringen i det kemiska.

Bild 2.



De tre odlingssystemen är belägna i närheten av varandra inom samma gårdsenhet och har likartade jordartsförhållanden. Två av systemen baseras på gårdar med mjölkproduktion, det konventionella (KONV) sedan slutet av 1940-talet och det ekologiska (EKO1) har varit placerat på den del av Kvinnersta, som haft animalieproduktion sedan 60-talet. De flesta studier i denna rapport har genomförts i KONV- och EKO1-systemen varför EKO1 också skrivs som enbart EKO. Den tredje odlingsformen baserades på grüngödsling och var belägen på en tillköpt granngård till Kvinnersta (EKO2). Denna gård har varit utan djur sedan 1960-talet. Jordarten kan karakteriseras som mullhaltig mellanlera i

samtliga tre system. Kalkning har inte förekommit på Kvinnersta sedan 1970-talet. I ett fjärde odlingssystem, EKO3, som bedrivits på en spannmålsgård, Karlslund, som ligger ca 10 km från Kvinnersta, har endast ärtskördarna behandlats i detta arbete. Orsaken var att jordarten (mo LL) skiljde sig från Kvinnerstas och att ärt inte odlats på minst 30 år, vilket vi antog skulle ha betydelse för angrepp av ärtrottröta, som intresserat oss i studien.

Bild 3.



Linjekartering har utförts på den ekologiska djurgården sedan 1980. Vid starten låg kalium både det tillgängliga och förrådskalium, i klass IV och fosfor i klass III. Haak, E. påpekade på en KSLA-konferens att en betydande del av växternas kaliumupptag kommer från alven och Haak ifrågasatte om KONV-odlingen alls behövde tillföras någon handelsgödsel fosfor och kalium för att tillfredsställa växternas behov.

För att klargöra resultatet av ovanstående målsättning ges en kort beskrivning av metodik och genomförande av odlingssystemstudien.

Starten för vårbruket har varierat från vecka 17 till vecka 22 beroende på skiftande väderlek under de olika åren. Vårbruket 1997 blev både försenat och långt utdraget beroende på den rikliga nederbörden före och under vårbruket. Det verkade dock som om naturen tog ut sin rätt, och trots försenat vårbruk "hann grödorna i kapp med tiden". Av höstvetete såddes 200 kg/ha, av vårvetete 270 kg/ha, och av havre 200 kg/ha. Det konventionella utsädet betades med Panoctin med undantag för något år och det ekologiska utsädet betades ej med undantag för 1999 (efter det nederbördsrika 1998) då biologisk betning med Cedemon tillämpades. Planttätheten i de olika grödorna varierade med åren till mycket stor

del beroende på väderleken. Någon nämnvärd skillnad mellan odlingsystemen kunde inte iakttagas. Undantag gällde de torra försomrarna 1992 och 1994 då vårsåden utvecklades ojämnt, speciellt grödorna i det ekologiska odlingsystemet, vilket också avspeglade sig i skörderesultatet. Den insådda klöver utvecklade sig också ojämnt under torrår, vilket i sin tur påverkade den botaniska sammansättningen i vall 1 och därmed förfruktsvärdet. Att klimat- och markförhållanden vid vallens etablering skulle få så stor betydelse även för de kommande vallårens botaniska sammansättning var under projektets gång svårt att överblicka. Ytterligare erfarenheter av vallens förfruktsvärde har redovisats av Granstedt & L-Baekström (1998); Granstedt & L-Baekström (2000); L-Baekström et al. (2006a).

Under de första fem åren bestod vallfröblandningen i båda odlingsystemen av 4 kg rödklöver, 16 kg ängssvingel och 10 kg timotej per hektar. Senare har vallfröblandningen ändrats. Sortval har ändrats med tiden i de olika grödorna. Av nätbilaga 22 (EKO1) respektive nätbilaga 23 (KONV) framgår vilka odlingsåtgärder som genomförts, vilka sorter och fröblandningar som använts under samtliga år och i alla grödor. För varje år och gröda presenteras tillhörande bidragskalkyl.

2.2 VÄXTFÖLJDER OCH UTFORMNING AV ODLINGSSYSTEMEN

Växtföljderna var i EKO1 (femårig växtföljd): Havre med insådd av klöver och gräs, vall I, vall II, höstvetete och vårvete, ärt/åkerböna/lin/havre. Två av skiftena var delade, så att EKO-växtföljden totalt förfogade över tio fält, där år fem odlades med ärt/åkerböna och vart tionde år med lin/havre osv. KONV: Korn med insådd av klöver och gräs, vall I, vall II, vall III, höstvetete eller vårvete, havre, korn, våroljeväxter eller havre, vårvete, havre eller lin. EKO 2: Havre med insådd av klöver och gräs, grüngödslingsgröda, vårvete, ärt/åkerböna, havre med insådd, grüngödsling, vårvete med insådd, grüngödsling. EKO3: Havre med insådd, grüngödsling, vårvete, ärt, havre med insådd, grüngödsling, vårvete.

2.3 FÖRÄNDRING I DEN EKOLOGISKA VÄXTFÖLJDEN

Det ekologiska odlingsystemet på djurgården var från början 6-årigt, men inför det andra omloppet kunde iakttagas att kvävet ej räckte till två spannmålsgrödor i följd, varför vi övergick till 5-årig växtföljd med växelvis "närande och tärande" grödor. Ett ökat angrepp av ärtrottröta tvingade oss att byta ärtorna mot åkerbönor och dessutom ledde ogräsförekomsten i det ekologiska linet till att det från 2002 helt ersattes med havre.

2.4 UTFÖRANDE OCH PROJEKTUPPLÄGGNING

Det praktiska arbetet har i huvudsak utförts av Gårdsdriften på Kvinstersta och Hushållningssällskapet (HS) i Örebro län och deras för-

söksavdelning. Verksamheten har letts av AgrD Gärd L-Baekström. Projektuppläggning och successiva justeringar har gjorts i samråd med AgrD Maria Wivstad. Till de olika specialprojekten har andra forskare knutits, vilket framgår av de respektive artiklarna.

Målet med studien har varit att efterlikna verkligheten så att såväl det konventionella som det ekologiska odlingssystemet representerar djurgårdar i Mellansverige med tillgång till stallgödsel och vallodling respektive spannmålgården med gröngödsling. Projektet är unikt, eftersom det genomförts i fältmässig skala med åren som upprepning. Detta upplägg var egentligen efter önskemål från lantbrukare i länet, som ville att projektet skulle likna "verkligheten" så mycket som möjligt.

2.5 ANALYSER AV JORD, VÄXTER OCH GÖDSELMEDEL

Linjekartering påbörjades 1980 av den del av gården (första gården i länet), som senare skulle utgöra EKO1-systemet, d.v.s. 9 år före omläggningen och sedan 1990 i KONV-systemet. I denna studie kan utvecklingen av pH, K-AL, K-HCl, P-AL, Mg, Ca, B och Cu följas både före och efter omläggningen. Mot bakgrunden av fosfor- och kaliumanalyserna 1984 och efter diskussion med Haak (pers. medd.) upphörde tillförseln av P och K via handelsgödsel till hela Kvinnerstas areal från och med 1985. Härefter har återföring skett endast via stallgödsel. Kvävemeneraliseringen i vall och vete har följts under vegetationsperioderna med åren som upprepningar. Provtagningar och analyser av mark och vete har noggrant beskrivits i publikationen om kväveeffektivitet (L-Baekström et al., 2006a).

Stallgödsel och urin har tillförts EKO1-delen av gården motsvarande 0,8 DE/ha (DE står för djurenhet d.v.s. ko). Dessutom N-fixering i samband med odling av klövervall och ärt/åkerböna. Motsvarande stallgödsel har tilldelats KONV-delen, där kväveförsörjningen dessutom kompletterats med handelsgödsel. I EKO2-systemet utgör gröngödslingsgrödan bestående av samma gräs/klöver-blandning som vallen i EKO1-systemet och ärt/åkerböna den motsvarande kvävekällan. Gröngödslingsgrödan har putsats 2-3 ggr före nedbrukning på hösten. Tillförsel och bortförsl av kväve till de olika odlingssystemen har redovisats av L-Baekström et al. (2006a).

Samtliga graderingar och provtagningar har skett längs linjekarteringslinjen. Delprover från skörden med parcelltröska togs för bestämning av avkastning, torrsubstans och för kvalitetsanalys av spannmål, baljväxter, vallar och lin. I det skördade vallmaterialet togs prover för bestämning av torrsubstans, botanisk analys samt foderanalys. Ett stort antal försök, både egna och andras har varit utlagda på försöksgården. Det är värdefullt med väldokumenterad mark och klimat för att kunna göra en så bra utvärdering som möjligt av försök och forskning.

Ogräsprover har togs strax före skörd på en yta av 5*0,25 m² längs linjekarteringslinjen. Härefter gjordes en uppdelning i de vanligast förekommande arterna (ca 6st) såväl annueller som perenner samt en grupp "övrigt" (enstaka plantor av olika arter och liten mängd i kg ts/ha och av föga betydelse). Bestämningarna redovisades i kg ts/ha, eftersom ogräsplantorna har olika storlek och därmed påverkar skörden på olika sätt. Ogräsbestämningarna har genomförts av ansvarig för projektet med medhjälpare och Örebro Lantmän. I det konventionella odlings-systemet har behovsanpassad, kemisk ogräsbekämpning genomförts (enbart vissa år, nätbilaga 23), eftersom studien från planeringsstadiet haft som mål att efterlikna verkligheten så mycket som möjligt. Ogräs-harvningar har endast genomförts i vårsäd i de båda EKO-systemen under vissa år. Ogräsfloran har provtagits strax före skörd i höst- och vårvete och bedömts genom en uppdelning i olika arter, som sedan vägts. De ogräsharvar som använts har först varit en långfingerharv av märket "Einarsson". Den är konsturerad av en ekologisk lantbrukare i Södermanland. Årsskiftet 2001 inköptes en dansk långfingerharv av märket CSM.

Okulär bedömning av ogräsen har genomförts i havre, lin ,ärt, åkerböna och vall.

Bladfläcksjuka, brunfläcksjuka, mjöldagg, brunrost och kronrost (havre) samt eventuella angrepp av bladlöss på höst- och vårvete samt på havre graderades. Gradering skedde varje eller varannan vecka i speciella prognosrutor (KONV-rutorna bekämpades ej), som lagts ut i respektive gröda och graderats efter direktiv från Växtskyddscentralen via Länsstyrelsen.

I den fältmässiga KONV- odlingen, som var behovsanpassad, förekom ingen kemisk bekämpning mot svamp- och bladlöss under de 6 första åren av studien.

Åren 1994 och 1995 studerades stråknäckarsvamp i höstvete, eftersom "vitaxighet" hade börjat uppträda i större utsträckning än tidigare i båda odlingsystemen. På respektive fält grävdes 100 plantor upp, jämnt fördelade över linjekarteringslinjen, under båda åren.

Ärtrotrotan orsakas av svamp, som tidigare nämnts. De första symptomen på ärtrotrota började uppträda i slutet av -80-talet, vilket ledde till följande analyser: Under 3 år (1989, 1993 och 2004) genomfördes biologisk analys av infektionsgrad av ärtrotrota på jordprov i en 100-gradig skala. Provtagningen gick till så att man tog ett 50-tal tunna spadstick eller stick med jordborr ned till plöjningsdjup jämnt fördelade över fältet. Provet skulle omfatta 4 liter jord, som skickades till Resistenslaboratoriet i Svalöv. Enligt uppgifter från Svalöv kan jordar, vars representativa jordprover uppvisar ett index mellan 0-30, relativt säkert odlas med ärt, mellan 31-50 med tveksamhet och i intervallet 51-100 anses det som

definitivt olämpligt att odla ärt. Om ärter odlats de senaste fem-sex åren på fält med index 31–50, bör ärtodling undvikas (Engqvist, 1993).

I vall II både i KONV och EKO1 har en uppskattning av angrepp av Allmän rotröta på rödklöver genomförts. Under höstarna 1994 och 1995 grävdes 50 rödklöverplantor upp från linjekarteringslinjen. Plantorna tvättades och det skars ett längdsnitt genom varje rot, som därefter graderades.

Avkastning och olika kvalitetsegenskaper har uppmätts i de olika grödorna från respektive system med hjälp av försöksskördetröskning av HS i Örebro och kvalitetsegenskaperna har analyserats av Örebro Lantmän och AnalyCen i Linköping. Markprover har analyserats av Institutionen för markvetenskap, Ultuna, SLU. Kvalitetsegenskaper, som uppvisade signifikant skillnad mellan odlingssystemen, åskådliggörs med figurer i rapporten, medan de övriga visas som bilagor. Skördarna av de olika grödorna är omräknade till 14 % vattenhalt med undantag för vallskörden, som räknats om till 100 % torrsubstans. Några bilder illustrerar också grödorna i odlingssystemen.

Hitintills har den trettonåriga studien i huvudsak bekostats av Miljökommissionen, Forskningskommittén och FoU-enheten, Örebro läns landsting. En mindre del har erhållits från SLU via medel för tillämpad fältforskning inom ekologisk produktion samt från EU-resurser via Länsstyrelsen. Resurser för utvärdering, sammanställning och publicering av ovanstående Rapport har erhållits från Prytz Donationsfond.

2.6 STATISTISKA ANALYSER

I sammanställningen kommer årsmånsvariationer och tidstrender att belysas samt utvärderas med statistiska metoder. Sammanställningen innefattar resultat för både markparametrar, grödor och förekomst av växtskadegörare och ogräs. Likaså ges en sammanfattande beskrivning av odlingssystemen inklusive företagna åtgärder och ekonomiska resultat.

Varians- och korrelationsanalyser har genomförts med åren som upprepningar. Vidare har vi använt multivariata, statistiska metoder för att närmre analysera materialet. Dessa metoder möjliggör samtidig analys av en mängd variabler och dess påverkan på resultatet i form av avkastning och skördeprodukternas kvalitet. Genom en typ av regressionsanalyser var det möjligt att studera t.e.x. fosfor- och kaliumförändringar över tiden efter omläggning till ekologisk odling. Förutom graderingar och mätningar i de olika odlingssystemen kommer en rad klimatdata att ingå i analyserna. De multivariata metoderna har använts för utvärdering av höst-och vårvetegrödorna i de olika odlingssystemen. Vete har varit typgrödan i studien och den mest studerade av grödorna.

Bedömningen gjordes, att en 10-procentig signifikansnivå var rimlig i denna typ av fältförsök.

2.7 EKONOMISK UTVÄRDERING

Källmaterialet, som använts som ingångsvärden vid bidragskalkyleringen finns samlade i nätbilaga 22 för EKO1 och nätbilaga 23 för KONV, och är enligt nedanstående.

De verkliga avräkningspriserna, vid försäljning av Kvinnerstas spannmål, har räknats om till kvalitetsreglerad vikt, reglering efter korrigerad rymdvikt, falltal och protein. Vidare har hanteringskostnaderna beaktats, frakt till kund, rensning, avgift till Svensk lantbruksforskning (SLF) samt analyskostnad. Detta förfaringssätt har gällt samtliga avsalugrödor utom för det ekologiska linet. Linet har ej sålts utan använts inom gården bl.a. som bränsle. Efter samtal med Svantesson (pers. medd.) och Forsén (pers. medd.) bestämdes ett grundpris, som använts i samband med beräkningarna för linet. Unikt för denna studie är att de verkliga priserna för respektive år har använts vid beräkningarna av samtliga priser.

Uppgifter om arealersättning har erhållits från Jordbruksverket (SJV) på samma sätt som miljöstöd för ekologisk odling. Avgifter för den ekologiska odlingen har erhållits från KRAV. Utsädes- gödsel- och bekämpningsmedelsgivor har hämtats från Kvinnerstas växtodlingsplan. Växtodlingsplanen har lagts upp i samråd på Kvinnersta.

Handelsgödselkväve till vetet har under åren varierat mellan 90-110 kg N/ha, till havre och korn ca 90 kg N/ha, till lin ca 60 kg N/ha samt till vall I ca 70 kg N/ha och till vall II, 80 – 100 kg N/ha. Behovsanpassad kemisk bekämpning, i huvudsak mot ogräs, har använts, under åren 1992–2000 med en lägre intensitet medan en högre intensitet har använts 2001-2004 (nätbilaga 23).

Det är Östergötlands läns Hushållningssällskap, som har genomfört den ekonomiska beräkningen. Den bygger på de ingångsvärden till bidragskalkyleringen, som undertecknad har bistått med, med vissa undantag: Torkningskostnader från vattenhalten i fält till 14 % är hämtad från Östergötlands läns HS. Vidare också dragkraft, lika antal timmar för eko och konventionell enligt HS schablon. Gäller även diesel och smörjoljor enligt HS Link (70 % av Lantmännens taxa). Fältarbetstiden bygger på HS normtal. Enligt ovan bygger arbets- och maskinkostnad på schablonsiffror, varför TB2 ej har tagits med i denna studie. Delin et al. (2002) har visat att TB2 i det ekologiska odlingssystemet i genomsnitt för perioden 1996–2002 varit 1300 kr/ha högre än för det konventionella. Analyskostnad för vall är enligt HS Link. En analys representerar 10 ha. Ensileringsmedel har ej beaktats. Hagelskadeförsäkring och övrig försäkring är i enlighet med HS Link.

2.8 HÄLSOASPEKTER

För att belysa hälsoaspekter med olika odlingssystem genomfördes ett projekt på Kvinnersta, 1999-2001, där höstvetete (sort Stava) odlades dels

ekologiskt, dels konventionellt. Kärnorna analyserades avseende vissa spårämnen och vitaminer. Projektet var utlagt som ett randomiserat blockförsök, blockstorleken var 3* 30 m². Experimentet upprepades under tre år. Eftersom försöket följde höstvetet i växtföljden las det ut på olika fält under de tre åren. Ytterligare försöksbeskrivning finns att läsa i L-Baekström et al. (2006b). I detta projekt analyserades förekomsten av spårämnen Co, Cr, Fe, Ni och Se. I ett annat delprojekt togs prover för vitaminanalyser (tokokromanoler och karotenoider) från samma försök som ovan, Lundegårdh & L-Baekström (manuskript till *Acta Agriculture Genetica*, 2008).

3 RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1 VÄDER OCH GRÖDORNAS UTVECKLING

Väderleken har stor betydelse, kanske den största av samtliga påverkande faktorer, på grödans avkastning och kvalitet. Till exempel i samband med anläggning av vallen 1995 föll rikligt med nederbörd och insådden utvecklades väl på samma sätt som väderleken var gynnsam för vall I (1996) och för vall II (1997), (figurerna 1, 5a och 6a).

Klöverhalten, som har stor betydelse för förfruktsvärdet av vallen (Granstedt & L-Baeckström, 2000), var före vallbrottet i vall II (EKO1) i medeltal 36%, före vallbrottet i vall III (KONV) 4% och före nedbrukning av vall I (EKO2) 67%. Klöverhalten varierade mellan åren under hela vallens "liggetid", dels beroende på nederbörds mängden främst under anläggningsåret i EKO1, dels beroende på angrepp av Allmän rotröta på klöver (Hedene & Olofsson, 1985; Rufelt, 1986; Lager, 2002), där angreppet också kunde variera med åren.

Redan under gulmognadsstadiet, under det nederbördsrika året 1998, noterades liggsäd i KONV-höstvetet, men ej i EKO-vetet. Skördarna blev höga, men kvaliteten sämre. I KONV-havren blev det också liggsäd tidigt och kärnorna grodde i vippan och marken såg ut som en gräsmatta. Havren gick ej att skörda. Däremot blev det ingen liggsäd i EKO-havren. Strået var märkbart styvare och insådden var värdefull som stöd för havren denna kalla och våta höst. Mellan åren 1999 – 2001 pågick ett försök i höstvetet på Kvinnersta. Endast 1999 kunde betraktas som "normalt ur väderlekssynpunkt", i jämförelse med 30-årsmedeltalet, 1961 – 1990. År 2001 skadades EKO-vetet mest med låg skörd beroende på att maj och juni var för torra. KONV-vetet utvecklades till normal skörd (L-Baeckström et al., 2004). Höstvetebestånden utvecklades fram till vintern i de flesta fall till stadium 13. Vid planträkningen på våren skiljde sig odlingssystemen åt med något högre plantantal i EKO-systemet trots samma utsädesmängd. Den torra försommaren 1994 medförde att vårvetet i de båda odlingssystemen utvecklade sig ojämnt och ledde till ett glest bestånd med litet plantantal. EKO-grödorna är känsligare för torrt väder i maj och juni, som ger mindre kväveminalisering (L-Baeckström et al., 2004).

3.2 AVKASTNING OCH KVALITET I OLIKA GRÖDOR. – EN JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA ODLINGSSYSTEM. – FINNS DET SKILLNADER?

3.2.1 Höst- och vårvete med specialstudier (Kvalitetsstudier i vete)

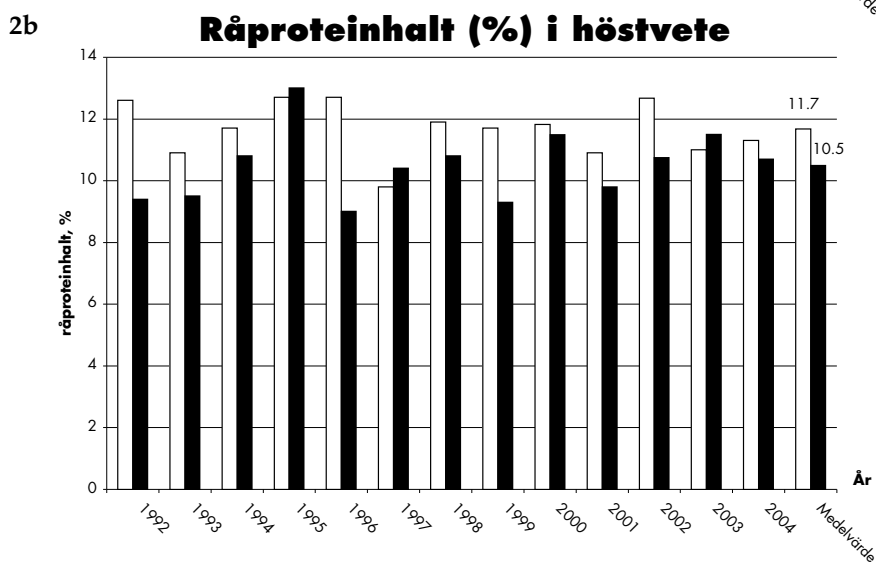
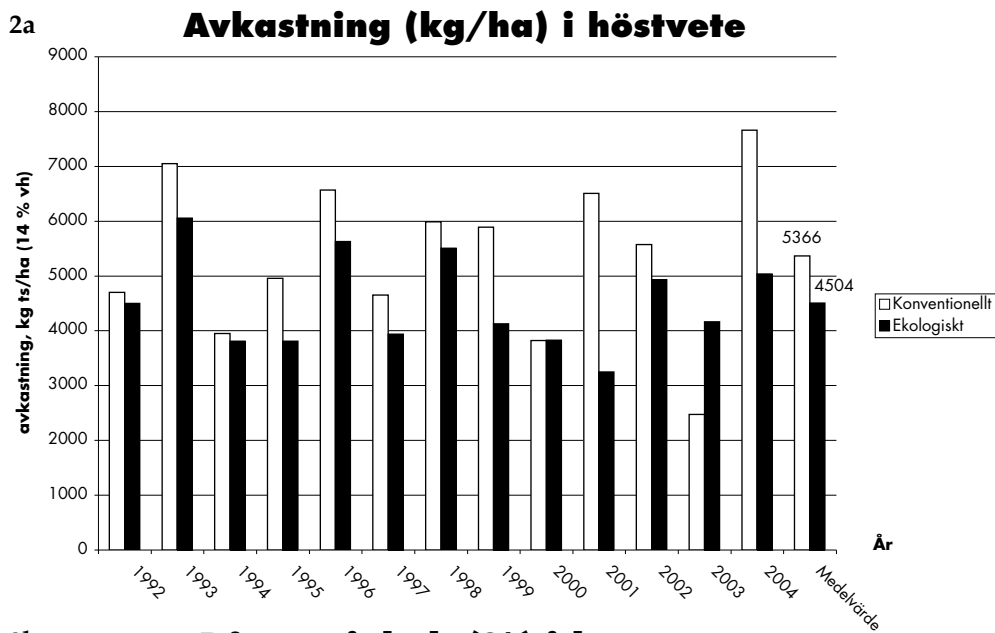
Av bilaga 1 a-c framgår vilka kvalitetsegenskaper, som visade signifikant skillnad.

Den årliga variationen i avkastning för höstvetet visas som bakgrund (figur 2a). Avkastningen skiljde sig signifikant mellan odlingsystemen och var högre i KONV-vetet (900 kg/ha) än i EKO1 och standardavvikelsen var högre i KONV än i EKO1 (bilaga 1a). EKO1-avkastningen motsvarade 84 % av KONV, vilket är i linje med Bolling et al. (1986); Rutkoveine et al. (2000); Ivarsson et al. (2001); L-Baekström et al. (2004) och Gissén & Larsson, (2008). De skånska försöken (Ivarsson et al., 2001 och Gissén & Larsson, 2008) uppvisade dock större skillnader mellan ekologiskt och konventionellt odlingsystem. Förklaringen är troligen den längre vegetationsperioden med högre temperatur och nederbörd samt andra sorter med högre avkastning, som kan ta tillvara en större mängd handelsgödsel och bekämpningsmedel i det konventionella systemet.



Bild 4. Förberedelse för grödprovtagning i EKO-höstvetet

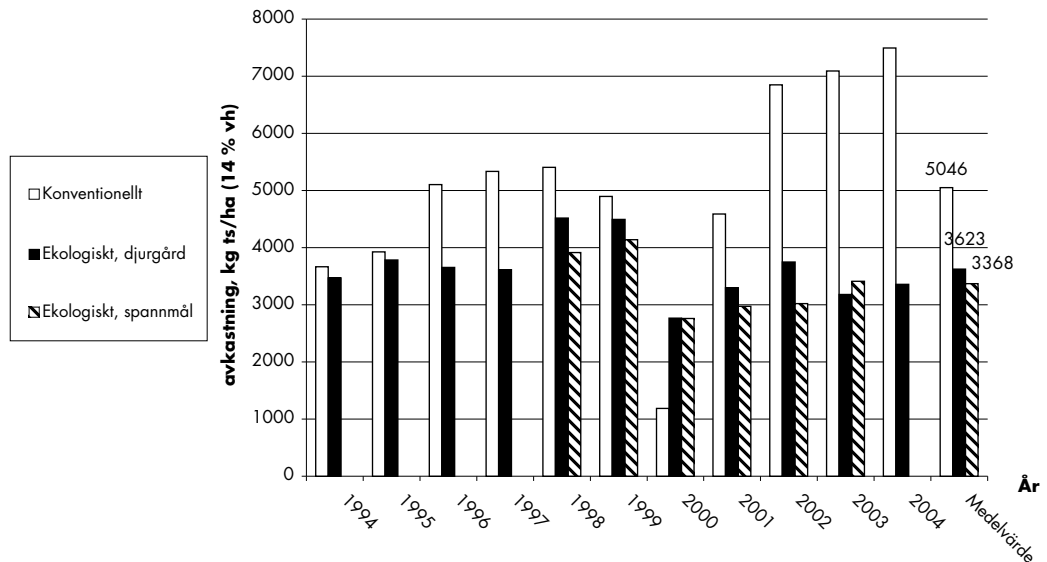
Vetet i EKO-systemet mognade i medeltal 1-2 dagar tidigare än i KONV, förmodligen beroende på lägre N-tillförsel och en mindre andel halm, vilket ledde till att grödan torkade upp fortare.



Figur 2a-c. (a) Avkastning (kg/ha) i höstvet i det konventionella (KONV) och ekologiska (EKO1) odlingsystemet. (b) Råproteinhalt (%) i höstvet i KONV- och EKO-systemet. (c) Tusenkornvikt i höstvet i KONV- och EKO-systemet, 1992 – 2004.

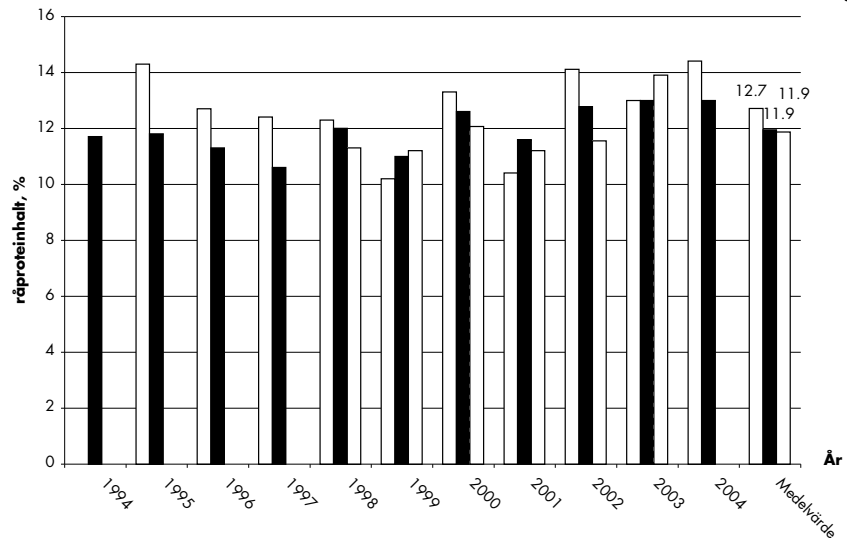
Avkastning (kg/ha) i v rvede

3a



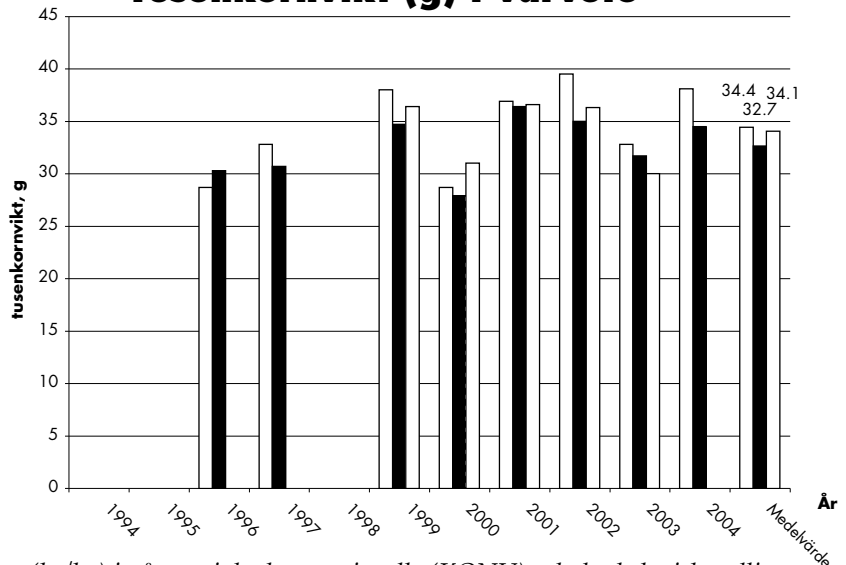
R proteinhalt (%) i v rvede

3b



Tusenkorndvikt (g) i v rvede

3c



Figur 3a-c. (a) Avkastning (kg/ha) i v rvede i det konventionella (KONV) och de ekologiska odlings-systemen (EKO1 och EKO2) b de med djurh llning och enbart spannm lsodling p  Kvinnersta. (b) R proteinhalt (%) i v rvede i KONV- och de ekologiska (EKO1- och EKO2-) systemen. (c) Tusenkornvikt (g) i v rvede i KONV- och de ekologiska (EKO1- och EKO2-) systemen, 1994 – 2004.

Åren 1992 och 1994 var det små skillnader i avkastning mellan odlings-systemen och år 2000 var det ingen skillnad. Under de två förstnämnda åren var det låg nederbörd i maj och juni (figur 1). Just nederbörden under dessa månader är av särskild betydelse för grödans utveckling, vilket tidigare påpekats av Johansson & Svensson (1998) samt L-Baekström et al. (2004). År 2000 var sommaren så torr att varken EKO- eller KONV-systemet kunde växa normalt. Detta år brådmognade vetet i båda odlingsystemen (låg nederbörd i augusti), så att vetet skördades en månad tidigare än normalt. Efter den nederbördsrika vegetationsperioden 1998 uppförökades kvickrot och åkertistel i EKO-systemen. Några fält speciellt de med glesa grödor som åkerböna och lin (2001) bidrog mest till denna uppförökning av ogräs. År 2003 var det ca 1500 kg/ha högre avkastning i EKO-höstvetet än i KONV och dessutom högre proteinhalt. Så var inte fallet för EKO-vårvetet, som detta år avkastade under medelavkastning (figur 3a). April och maj 2003 var torra månader då vårvetet behöver fukt för att utveckla rötter och blad. Från och med juni och fram till skörd var nederbörden över den normala och temperaturen nära nog normal enligt det tidigare 30- årsmedeltalet.

I vårvete var skillnaden mellan odlingsystemen större och signifikant, 1400 kg/ha, bl.a. beroende på högre ogräsförekomst i EKO1. Avkastningen i EKO1 var 72 % av KONV. De årliga variationerna för såväl höstvete som vårvete framgår av bilaga 1a, figur 2a och 3a. Standardavvikelsen för skördarna var högre för KONV-vårvetet följt av KONV-höstvetet, än för motsvarande EKO-veten. Detta är i linje med Bolling et al. (1986), Rutkoveine et al. (2000); Ivarsson (2001) och Hanell et al. (2004). I både höst- och vårvete var avkastningsskillnaderna mellan ekologiskt och konventionellt odlingsystem större i de skånska försöken. Jämföres EKO1-vårvetet med EKO2 kan iakttas en något högre vårveteskörd i EKO1 (bilaga 1b), som är signifikant på fältnivå.

Råproteinhalt

Det fanns signifikanta skillnader i råproteinhalt till förmån för KONV, och som väntat var den högre i KONV- än i EKO-höstvete (-1,2%). Motsvarade värde i vårvete var -0,7% (bilaga 1a och figur 2b och 3b). Detta förhållande har också demonstrerats av ett flertal författare, som finns refererade i L-Baekström et al. (2004) och Hanell et al. (2004). En jämförelse mellan vårvete odlat i EKO 1 (djurgård) och EKO 2 (spannmålsgård) uppvisade inte någon skillnad mellan dessa två odlings-system (bilaga 1b).

Falltal

Falltalet har vid sidan om råproteinhalten stor betydelse för vetets bakkingsförmåga. Det varierade mellan åren, men skillnaderna mellan odlingsystemen var inte signifikant vare sig i höst- eller i vårvete (bilaga 1a, nätbilaga 1a och 2a). Det nederbördsrika året 1998 klassades vetet som "inte bakkingsdugligt" beroende på axgroning. Falltalen var svagast i båda odlingsystemen det året. Liggsäd i höstvetet började redan

i gultmognadsstadiet, kärnorna grodde i axen och stärkelsen bröts ned till socker. EKO-vetet förblev "stående" tills precis innan skörd p.g.a. ett starkare strå, vilket ledde till ett något högre falltal i både EKO1 och EKO2. Genom det ihållande regnandet 1998 under mognadsstadiet och sålunda fördröjd skörd var det inte möjligt att skörda EKO-vårvetet till brödsäd. Eftersom EKO-vete mognar 1-2 dagar tidigare än KONV hade det varit möjligt att skörda EKO-vetet till brödsäd. Skillnaderna mellan odlingssystemen varierade mellan åren, vilket stöds av ett antal forskare, som fann att falltalet var lägre i EKO-systemet (Bolling et al., 1986; Gerstenkorn, 1992) eller något högre (Dlouhý, 1981; Hanell et al., 2004), vilket kan ha sin förklaring i att odlingssystemstudierna hade pågått under för kort tid, där EKO-vårvetet hade signifikant högre falltal. Ej heller mellan de båda EKO – systemen i vårvete fanns någon skillnad. I höstvete fann vi heller ingen skillnad i falltal mellan odlingssystemen (L-Baekström et al., 2004).

Tusenkorntvikt och hektolitervikt

Tusenkorntvikten skiljde sig signifikant mellan odlingssystemen i höstvete till förmån för EKO (bilaga 1a, figur 2c) och i vårvete till förmån för KONV (bilaga 1a, figur 3c). Det fanns ingen skillnad i hektolitervikt mellan odlingssystemen varken i höst- eller vårvete (bilaga 1a, nätblaga 1b respektive 2b).

EKO1 och EKO2 skiljde sig ej i någon kvalitetsegenskap (bilaga 1b, figur 3b, 3c, nätblaga 2a, b).

I specialstudien: "Baking Quality of Winter Wheat Grown in Different Cultivating Systems, 1992 – 2001" (L-Baekström et al., 2004) har målet varit att bestämma huruvida EKO- och KONV-höstvetet skiljde sig med avseende på bakkingskvalitet och inflytandet av årliga variationer på dessa parametrar.

En PCA-analys visade att det fanns skillnader mellan odlingssystemen. PC1 förklarade den största variationen, 46%, och den var signifikant ($p=0.02$). De faktorer som påverkade variationen mest var farinogram degstabilitet och brödvolum. Nederbörd under april påverkade KONV-systemet och under april till juni EKO. Det visade sig att det var särskilt viktigt för EKO-vetet att kvävet mineraliserades och togs upp av rötterna, vilket ledde till en god plantutveckling. Univariat statistik visade att KONV-systemet var signifikant bättre än EKO ($p < 0.05$) med hänsyn till råproteinhalt, våtgluten, farinogram degstabilitet, degnedbrytning, degavkastning, brödvolum och avkastning. Undantaget var åren 1995 och 1997, som karakteriserades av extremt torra förhållanden under augusti och september, vilket ledde till brådmognad, låg skörd och högre proteinhalt i EKO än i KONV. Helhetsintrycket av studien var att kvävet var den mest begränsande faktorn i EKO-systemet, vilket tidigare påtalats av L-Baekström et al.(2004).

När ovanstående studie presenterades 2004 så hade vi om att framtida forskning borde både fördjupa och bredda vår kunskap om kvävet i ekologisk odling. En väg att gå var att förmå bakkingsindustrin att anpassa sig till en något lägre proteinhalt i EKO-mjölet, som kunde minska belastningen på miljön. Ytterligare odlingsåtgärder för att öka mineraliseringen av kväve under senvår och sommar är angelägna. Sådana studier pågår. Den ökade mängden N i kretsloppet skulle kunna bli resultatet av dessa åtgärder och leda till ökad risk för miljöbelastning. Åtgärder måste också vidtas för att motverka detta.

I ytterligare en vete-studie: "Quality Studies on Wheat Grown in Different Cropping Systems: a Holistic Perspective" (Hanell et al., 2004) utvärderades vårvetets bakkingsförmåga i tre olika odlingsystem, KONV, EKO1 och EKO2, mellan åren, 1995 - 2002. Vidare studerades aminosyrasammansättningen (AS) i både höst-och vårvete, 1993, 2000 och 2002. Siffermaterialet kombinerades i en multivariat analys för att undersöka vilka faktorer som hade störst inflytande på variationen i bakkingsförmåga. Den viktigaste faktorn var väderbetingelserna. Hög nederbörd i maj gynnade bakkingskvaliteten i båda systemen med djur och hög temperatur i juli gynnade EKO1. Låg nederbörd i augusti gynnade KONV-systemet.

Aminosyrasammansättningen (AS) skiljde sig mer mellan åren än mellan odlingsystemen både för höst- och vårvete. Intressant är att innehållet av essentiella aminosyror var högt under de väderbetingelser, som orsakade en svag bakkingsförmåga. Innehållet av de essentiella AS, treonin och leucin i vårvete var signifikant högre i EKO1, 1.76 respektive 8.11 g/100g råprotein än i KONV, 1.63 respektive 7.72. I samspelet mellan AS och bakkingsförmågan i vårvete var det möjligt att bestämma en positiv korrelation mellan fenylalanin, histidin, lysin och goda bakkingsegenskaper. Den primära effekten var förenad med väderbetingelser, men det var också en effekt av skillnader mellan odlingsystemen (Hanell et al., 2004).

Sammanfattningsvis kan sägas att årliga variationer i väderlek var viktigare än odlingsystemen både med avseende på bakkingskvaliteten i vårvete och AS-sammansättningen i både vår- och höstvete. Inget av odlingsystemen var särskilt tolerant mot "extrema" väderbetingelser. Emellertid kommer sådana klimatbetingelser att inträffa oftare och speciellt förväntas i framtiden som en konsekvens av växthuseffekten. För att producera vete av god kvalitet i Mellansverige, som ligger nära den nordliga gränsen för brödsädesodling, måste åtgärder vidtagas som exempelvis att minska markpackning och val av nya spannmålsorter, som är bättre anpassade för längre odlingssäsonger med högre temperatur och nederbörd (Rossby Center, SMHI).

3.2.2 Havre

Avkastningen i havre var signifikant högre, 1970 kg/ha, i KONV än i EKO och EKO1-avkastningen motsvarade 58% av KONV (bilaga 2a och figur 4a). I första växtföljdsomloppet var skördarna i EKO1 lägre än i de båda senare omloppen. Orsaken var att växtföljden var 6-årig, och resultaten visade, som tidigare nämnts, att kvävet inte räckte till för två stråsädesgrödor efter varandra. Växtföljden ändrades till 5-årig och kväveförsörjningen blev tillfredsställande, vilket fick till följd att EKO1-avkastningen i medeltal motsvarade 64 % av KONV. Det ihållande regnandet (utan upptorkning) ledde också här till liggsäd år 1998 i gulmognadsstadiet i KONV, medan EKO1-havren förblev stående. Detta ledde till att KONV-havren ej gick att skörda, medan det gick att skörda EKO (figur 4a) delvis beroende av ett styvare strå. Det fanns en tendens till att EKO2-havren avkastade något mer än EKO1 (bilaga 2b).

En reflektion under 2007 med ovanligt stora nederbörds mängder speciellt i södra delen av landet, där man bl.a. i juli månad uppmätte drygt tre gånger så mycket nederbörd som normalt, har varit att i framtiden blir ett styvare strå i stråsäden allt viktigare. Det styvare strået i EKO1-havren 1998 berodde delvis på mindre kväveförsörjning till plantan. Insådden i havre gav också ett stöd.

Av bilaga 2a framgår att det var avkastningen och i viss mån tusenkornvikten, som visade signifikant skillnad mellan KONV- och EKO-havren.

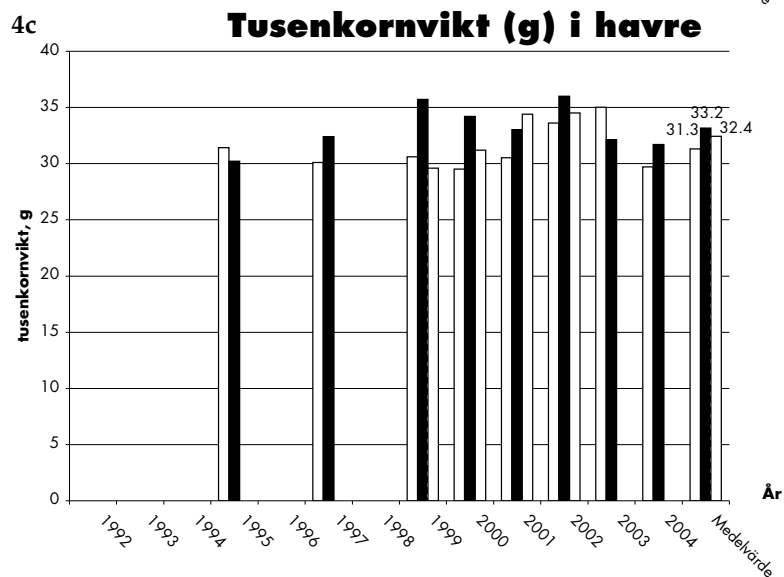
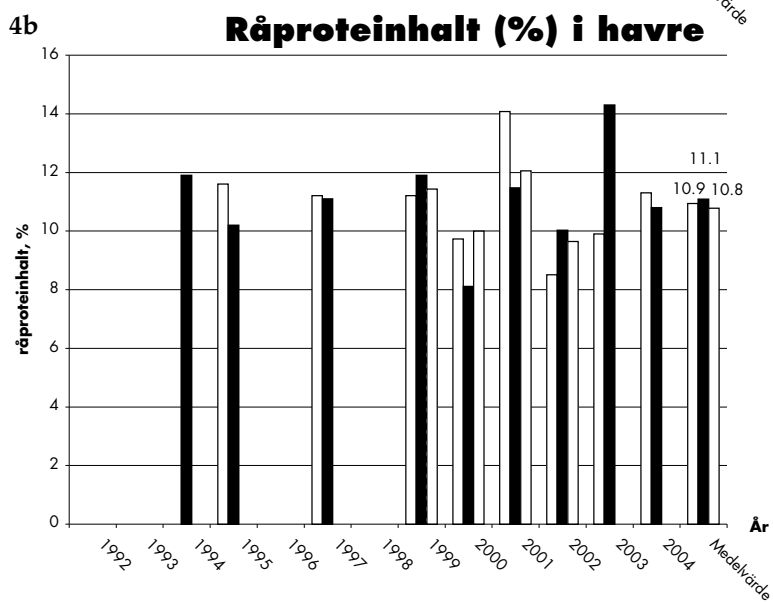
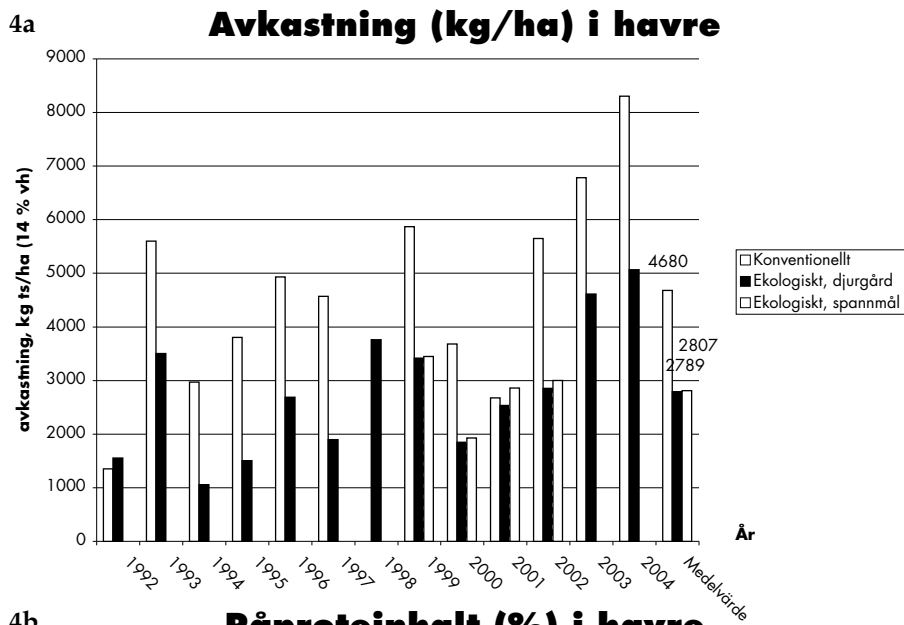
Råproteinhalt

Råproteinhalten var lika hög i båda odlingssystemen i havre (bilaga 2a och figur 4b) till skillnad från i vete!

Tusenkorntvikt och hektolitervikt

Tusenkorntvikten tycktes väga till EKO1-systemets fördel (bilaga 2a och figur 4c), medan havrens hektolitervikt ej skiljde sig åt mellan odlingssystemen (bilaga 2a och nätbilaga 3).

När det gäller skillnaden i avkastning mellan EKO1 och EKO2 tycktes den vara till förmån för EKO2 (bilaga 2b och figur 4a). Några kvalitetskillnader gick ej att konstatera mellan EKO-systemen (bilaga 2b och nätbilaga 3). En viss försiktighet i tolkningen måste göras, eftersom EKO2-systemet enbart varit omlagt i 6 år.



Figur 4a-c. (a) Avkastning i havre (kg/ha) i EKO1- och KONV-systemet, 1992-2004. (b) Råproteinhalt (%) i KONV- och EKO-odlad havre (EKO1 och EKO2). (c) Tusenkornvikt (g) i havre i KONV-, EKO1- och EKO2- systemet.

3.2.3 Lin

Avkastningen av lin var 487 kg/ha högre i KONV än i EKO och EKO-avkastningen motsvarade 70% av KONV (nätilaga 4a och b). Det förhållandevis glesa EKO-linet på Kvinnersta var alltför gynnsamt för ogräset, varför EKO-odlingen upphörde 2001. Avseende linkvaliteten fanns det ingen skillnad mellan systemen (nätilaga 4c-e).

3.2.4 Ärt och åkerböna med specialstudier

(Ärtrotträ, se även under avsnittet, Skadegörare)

Som tidigare nämnts odlades baljväxter endast i EKO-systemen på Kvinnersta, varför en jämförelse med KONV ej kan redovisas. Däremot odlades ärt också på en ekologisk spannmålgård (EKO3), Karlslunds gård strax utanför Örebro, där ärt ej tidigare odlats sedan 1960-talet (tabell 1a,b). Skörden av EKO3-ärt var 1552 kg/ha högre än för EKO1 och EKO3-skörden utgjorde 155% av ärtskörden i EKO1. Råproteinhalten i EKO3-ärt var 2,9 procentenheter högre än i EKO1.

På Kvinnersta har, som tidigare nämnts, odlats ärt i ett flertal år, medan det på Karlslund knappast odlats ärt. Växtföljdssjukdomen ärtrotträ fanns redan, när projektet startade, att döma av skörden. (Resultatet



Bild 5. Åkerböna – 1997 års bästa gröda.

från graderingar av ärtrotträ på Kvinnersta redovisas under avsnittet, Graderingar av svampsjukdomar och bladlöss). När angreppet av denna sjukdom ökade beslöts 1996 att odla åkerböna istället, som då ansågs mer motståndskraftig mot denna sjukdom (Lager & Gerhards-son, 2002). År 2004 odlades åter ärt på Kvinnersta och parallellt också på Karlslund. Skillnaden i avkastning mellan odlingsplatserna blev nästan 1900 kg/ha det året till Karlslunds fördel. Jordprov togs samma år för att följa upp infektionen av ärtrotträ. På det aktuella skiftet på Kvinnersta var index lågt. Det hade inte odlats ärt där på 11 år (tabell 1a,b).

År 1996 blev ärtskörden mycket låg (tabell 1a), vilket kan förklaras med de relativt höga ärtroteindex på skifte 20 (omlagt i 7 år) på de tre analyserade jordproverna. Året innan uppmättes hög skörd på skifte 21 (omlagt i 11 år), trots högt index-tal 1993. Kan orsaken vara en mikrobiologisk

obalans i marken eller på skillnader i väderlek eller en kombination av de båda faktorerna? Kan den arbuskulära mykorrhizan (AMF), som påverkas av olika faktorer i marken som, vatten (Anderson et al., 1984), pH (Porter et al., 1987; Wang et al., 1993), temperatur (Koske, 1987) och mullhalt (Johnson et al., 1991) ge svar på frågan?

Tabell 1a. Infektion av ärtrottröta (Index) på ekologiskt odlade skiften med ärt och åkerböna (EKO1), 1989, 1993 och 2004 med motsvarande skördar och proteinhalt, 1992-2004 på Kvinnersta. Som jämförelse ärtskörden, konventionellt odlad, 1971-1990.

Skifte, EKO1	Infektion (index)			Avkastning, kg/ha		Proteinhalt, %	
	1989	1993	2004	Ärt (odlad år)	Åkerböna (odlad år)	Ärt	Åkerböna
18		44	47	2730 (1992)	2700 (1997)	-	33,5
20	32	59	38	1760 (1996)		20,4	
21		47	66	3350 (1995)	2463 (2000)	-	33,1
22		0	0	2330 (1994)	1406 (2001)	-	
23a		0	6		2860 (2003)		30,1
23b		0	0		2768 (1999)		33,5
23c					2174 (1998)		33,5
24		0	11	3880 (1993)		20,4	
24		0	11	2957 (2004)		18,9	
Medelvärde:				2834	2395	19,9	32,7
Skifte, KONV							
6	66	14	6				
9	56	19	13				
Medelskörd, 1971-1990, KONV				3059			

Tabell 1b. Avkastning och proteinhalt av ekologiskt odlad ärt på Karlslund (EKO3), 2003-2004.

Skifte, EKO3	Avkastning	Proteinhalt	År
	3938	22,4	2003
	4835	23,3	2004
Medelskörd:	4387	22,8	

Åkerböna

Från och med 1997 odlades åkerböna i stället för ärt på Kvinnersta och det blev hög skörd (tabell 1a). Problemet var att den under vissa år inte ville sluta att växa på hösten, så att det var svårt att få den att avmogna. År 2000 odlades åkerböna på skifte 21, som då legat omlagt i 17 år, och det blev också en bra skörd. Trots höga index på ovanstående skiften blev skördarna över medelskörd, tvärtom blev det år 2001 på ett skifte med sjukdomsindex 0.



Bild 6. Klövervall, ekologisk

3.2.5 Vall I-III med specialstudier

(Vallens förfruktswärde i ekologisk odling, Olika vallbrotttidpunkter inför sådd av vårvete, Uthålliga vallblandningar, samt studier av Allmän rotröta på klöver)

Avkastning

Skörden i vall I var 1670 kg/ha högre i KONV än i EKO och skillnaden var signifikant mellan odlingssystemen för samtliga vallåldrar (bilaga 3a-c, figurerna 5a, 6a och nätbilaga 7a). EKO-avkastningen för vall I motsvarade 82 % av KONV. I vall II var skörden 2184 kg/ha högre i KONV än i EKO (77 % av KONV) samt i vall III var den 1770 kg/ha högre i KONV än i EKO (70 % av KONV). Målet med vallodlingen var att odla tvåårsvallar enligt Granstedt & L-Baeckström (2000). Under det första växtföljdsomloppet odlades även vall III med förvaltarens "goda minne", eftersom han ansåg att fodret inte skulle räcka till djuren annars!

Det fanns signifikanta skillnader avseende vallkvaliteten mellan odlingssystemen (bilaga 3a-c). Kvalitetssegenskaperna för vall III redovisas i nätbilaga 7b-l.

Klöverhalt

Klöverhalten var högre i EKO än i KONV i vall I (60% respektive 33%) och i vall II (34% respektive 18%), men varierade mellan åren beroende på nederbörd och *Fusarium*-attack (figurerna 5b och 6b). Angreppsgraden av *Fusarium* var likartad i vall III i båda systemen (nätbilaga 7e). I vall III gällde jämförelsen endast under fyra år, eftersom målet med EKO-odlingen på Kvinnersta var att undvika vall III i växtföljden p.g.a. att klöverhalten var så låg och likvärdig med en stråsädesgröda med tanke på förfruktsvärdet (Granstedt, 1995).

Råprotein och smältbart (Smb) råprotein

Klöverhalten avspeglade sig i råprotein och Smb råprotein främst i vall I med en hög klöverhalt (figurerna 5b,c och e) till fördel för det ekologiska. Det fanns signifikant skillnad också mellan systemen i vall II (figurerna 6b,c och e). Avseende smältbart råprotein (figur 5c, 6e och nätbilaga 7b) fanns signifikant skillnad till fördel för EKO i vall I och fördel för KONV de båda senare vallåren.

AAat och PBV

Beträffande AAat (AAat står för mängden aminosyror absorberade i tunntarmen) (nätbilaga 6b) fanns det endast tendens till ett högre värde i den ekologiska vall II. Däremot fanns signifikanta skillnader gällande PBV (PBV står för proteinbalans i våmmen) i både vall II och i vall III till fördel för KONV (figur 6f och nätbilaga 7c). I vall I fanns endast en tendens till skillnad och högre EKO-värde (figur 5f).

NDF

NDF-värdet (NDF står för fodrets innehåll av fiber) skiljde sig signifikant mellan odlingssystemen i vall I och vall II till förmån för KONV (figur 5d och 6d).

Avseende mineralämnena fanns det små skillnader (nätbilaga 5c-f och 6c-f), vilket stöds av de skånska försöken (Gissén & Larsson, 2008). Likaså avseende energi nätbilaga 5a, 6a och 7f.

Specialstudien "Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture" (Granstedt & L-Baekström, 2000) genomfördes på två platser i Mellansverige (Kvinnersta och Skilleby, Järna). Platserna valdes för att de har lerjordar, syftet var att få information om hur man kunde förbättra markfertiliteten, minska kväveläckaget och öka utnyttjandet av vallen till efterföljande grödor i växtföljden. Resultaten visade att det är möjligt att kalkylera mängden mineraliserat kväve under en 2-årsperiod, som följer efter att stubb och rotmassa samt skörderester plöjts ned. Beräkningen grundar sig på proportionen av inblandad organisk substans

som stabiliserar sig i en mer resistent humusfraktion (som kalkylerades till att vara 35–40 %), samt C:N-förhållandet i vallbiomassa och vallålder (humifieringen tycktes vara högre i äldre skörderester, Granstedt, 1995). Det mineraliserbara kvävet under det första och andra året efter vallbrott och inblandning av skörderester varierade beroende på vallålder, botanisk sammansättning och väderbetingelser. Av försöket framgick tydligt att bäst förfruktseffekt i kg N/ha erhöles efter vallbrott i vall II (totalt för de båda efterföljande spannmålsgrödorna). Efter vallbrottet i vall I var förfruktsverkan god endast året efter vallbrott och efter vallbrottet i vall III var förfruktsverkan likvärdigt med en spannmålsgröda. Mot denna bakgrund har rådgivningen till ekodlare varit att bryta vallen efter vall II.

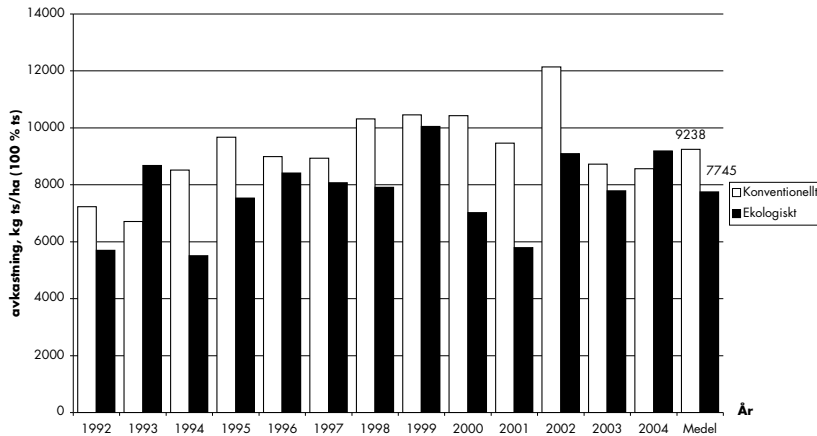
Som en fortsättning på ovanstående vallprojekt påbörjades delstudien: "Vallbrottstidpunkter inför sådd av vete, 2002 – 2005" (L-Baeckström & Wivstad, 2006c)". Målet med projektet var att utveckla en odlingsteknik, som kunde leda till att vetet utnyttjade kvävet i marken på ett effektivare sätt och medförde en högre avkastning men också med mindre utlakning till den omgivande miljön, d.v.s. till ett uthålligare odlingssystem.

Projektet har bedrivits i fältmässig skala och vetet har följt växtföljden så att det har legat placerat på tre olika skiften under de tre åren, d.v.s. så nära "verkligheten" man kan komma. Inför varje år har skiftet delats upp i tre lika stora delskiften (led I-III), där led I besåddes med höstvetet efter ett tidigt vallbrott i slutet av juli, led II med vårvetet efter ett medeltidigt vallbrott i slutet av augusti eller i början av september och led III, som också besåddes med vårvetet efter ett sent vallbrott i oktober.

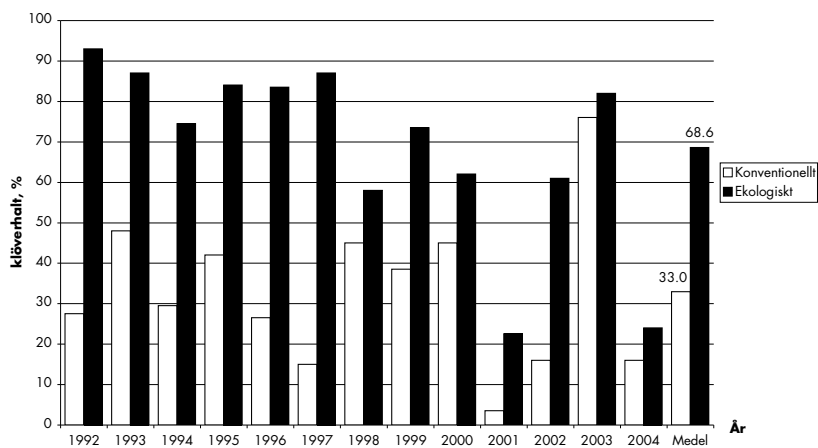
För att beskriva kvävemineraliseringens förlopp vid odling av vete efter vallbrott togs jordprover ut i markskikten 0-30 och 30-90 cm enligt Lindén (1977) och Lindén (1979). Mark-kvävet mättes både i samband med vallbrott under senhösten år 1, under vetets vegetationsperiod tidig vår/stadium 13), vid fullmognad (skörd) samt under senhösten år två. Mineralkvävereserverna i marken analyserades och förändringarna i tiden kunde följas (figurerna 7a-c).

Grödprover togs ut i vallen (2-årig vall) år 2002-2004 strax före vallbrott för bestämning av den nedbrukade biomassans innehåll av totalkväve. Grödprov togs också i vetet 2003-2005 strax före fullmognad för bestämning av totalkväve i kärna och halm. Med dessa mätvärden kunde beräkningar utföras på hur effektiva de olika vallbrottstidpunkterna var med avseende på leverans av tillfört kväve i förhållande till upptaget kväve i kärna, halm och rot (figur 8). Materialet bearbetades statistiskt med parvisa t-test. Det var signifikant skillnad i skörd mellan leden II och III till fördel för led III.

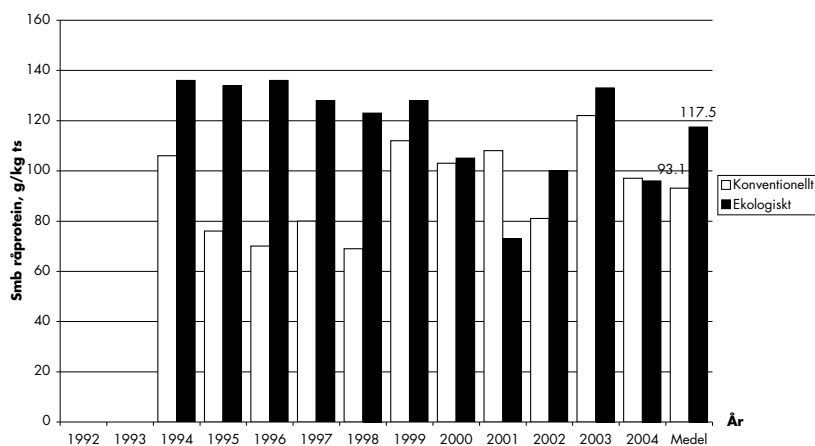
5a Avkastning (kg Ts/ha) i vall I



5b Klöverhalt (%) i vall I



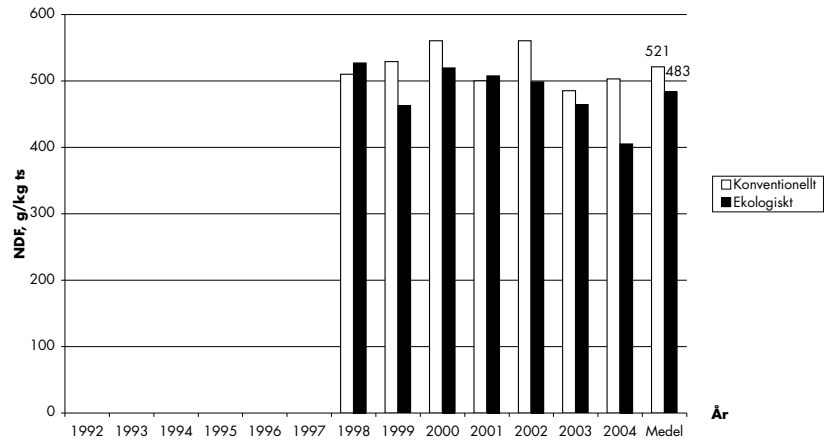
5c Smältbart råprotein (g/kg ts)



Figur 5a-c. (a) Avkastning (kg Ts/ha) i vall I i KONV- och EKO1-odlat odlingssystem, 1992-2004. (b) Klöverhalt (%) i vall I i KONV- och EKO-odlat odlingssystem. (c) Smältbart råprotein (g/kg ts) i KONV- och EKO-odlat odlingssystem.

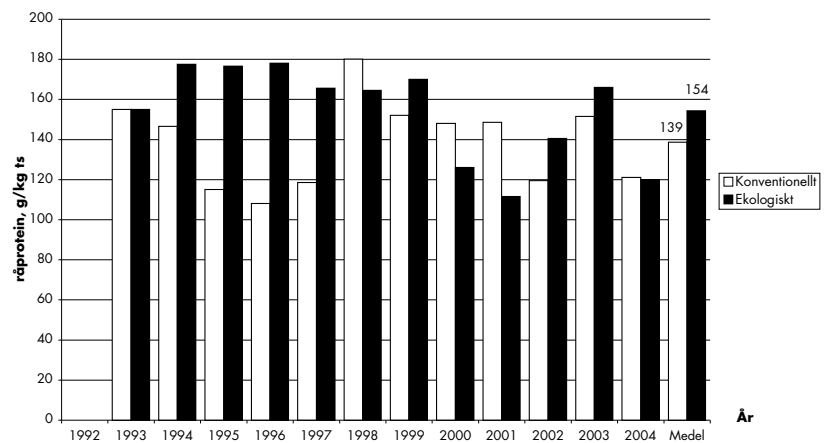
NDF (g/kg ts) i vall I

5d



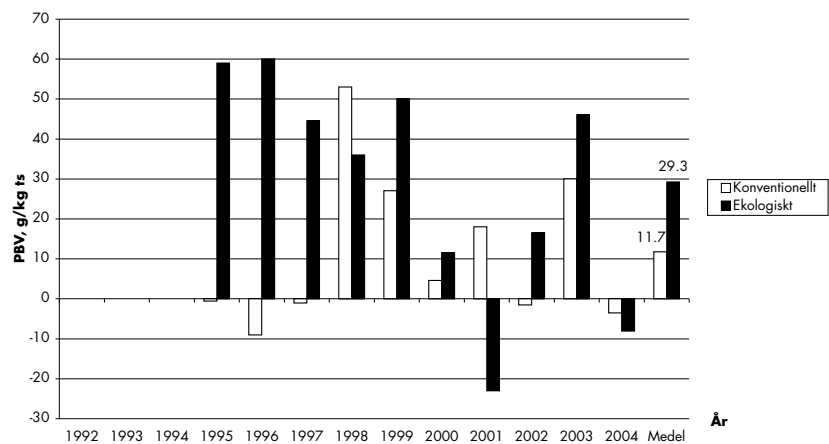
Råprotein (g/kg ts) i Vall I

5e



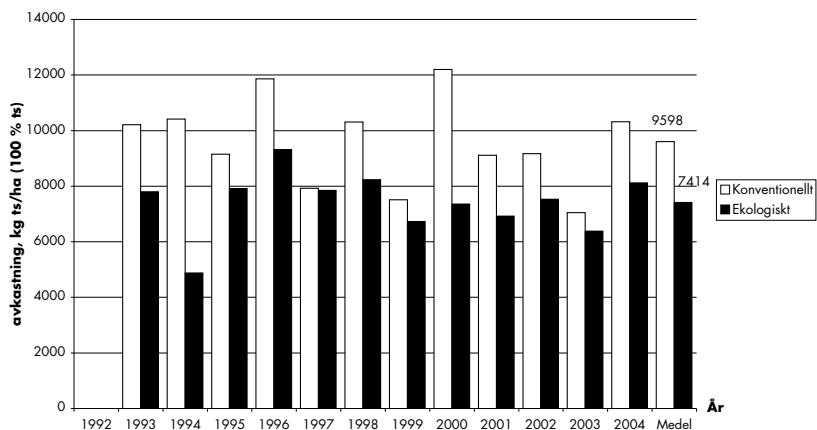
PBV (g/kg ts) i Vall I

5f

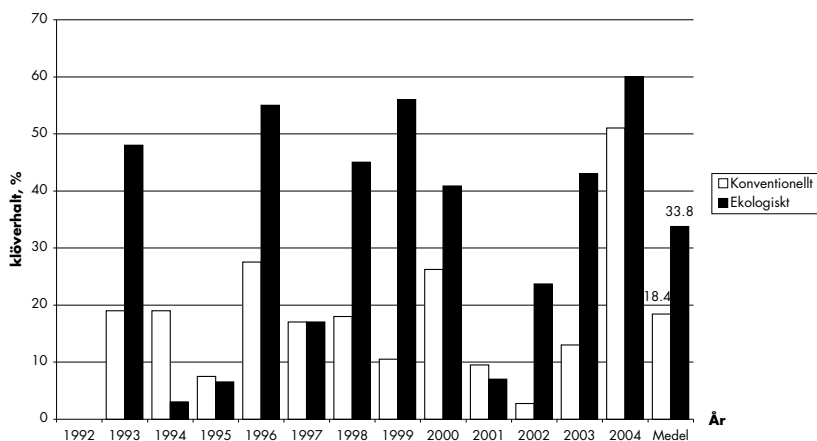


Figur 5d-f. (d) NDF (g/kg ts) i vall I i KONV- och EKO1-odlat odlingsystem. (e) Råprotein (g/kg ts) i Vall I i KONV- och EKO1-odlat odlingsystem. (f) PBV (g/kg ts) i Vall I i KONV- och EKO1-odlat odlingsystem)

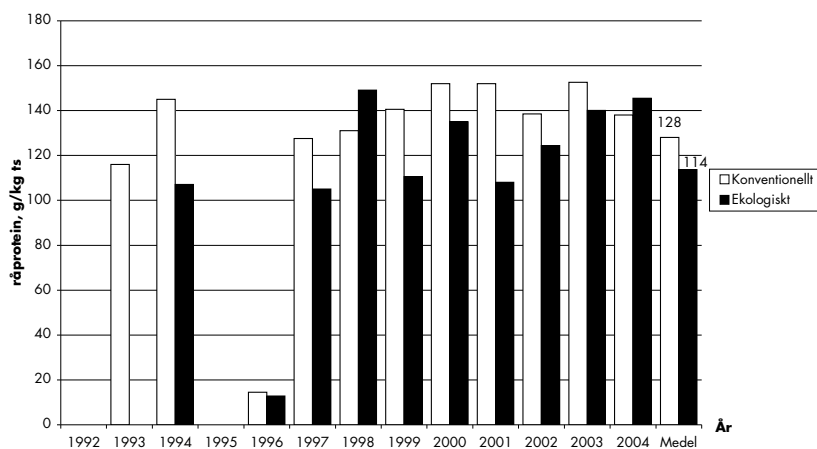
6a Avkastning (kg ts/ha) i vall II



6b Klöverhalt (%) i vall II



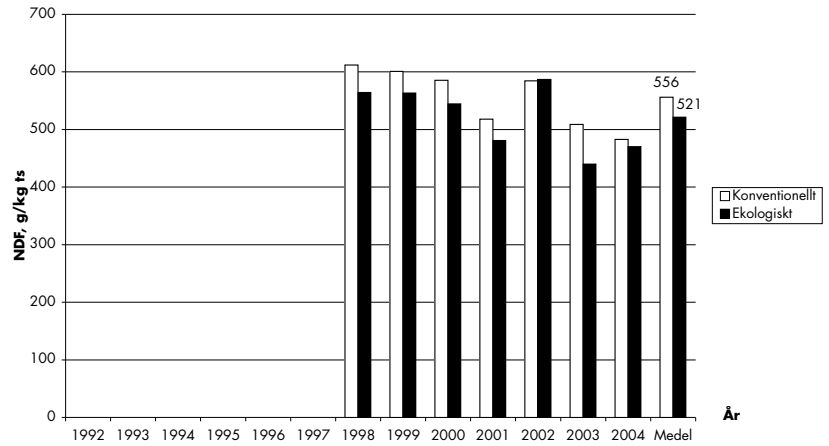
6c Råprotein (g/kg ts)



Figur 6a-c. (a) Avkastning (kg ts/ha) i vall II i KONV- och EKO1-odlat odlingsystem, 1993-2004. (b) Klöverhalt (%) i vall II i KONV- och EKO-odlat odlingsystem. (c) Råprotein (g/kg ts) i KONV- och EKO-odlat odlingsystem.

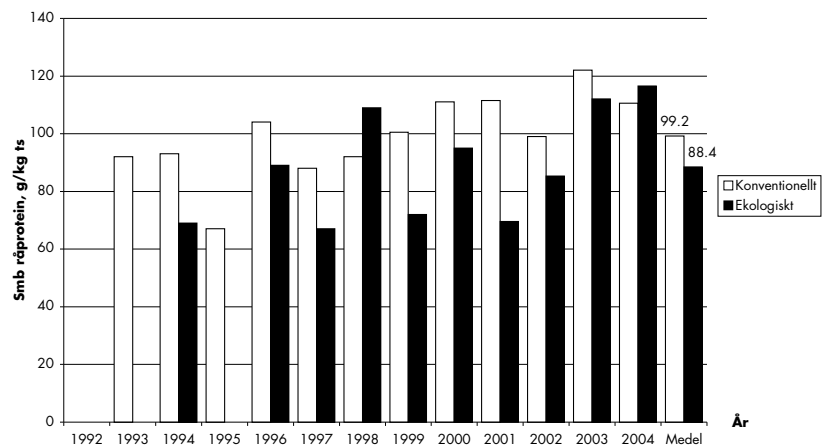
NDF (g/kg ts) i vall II

6d



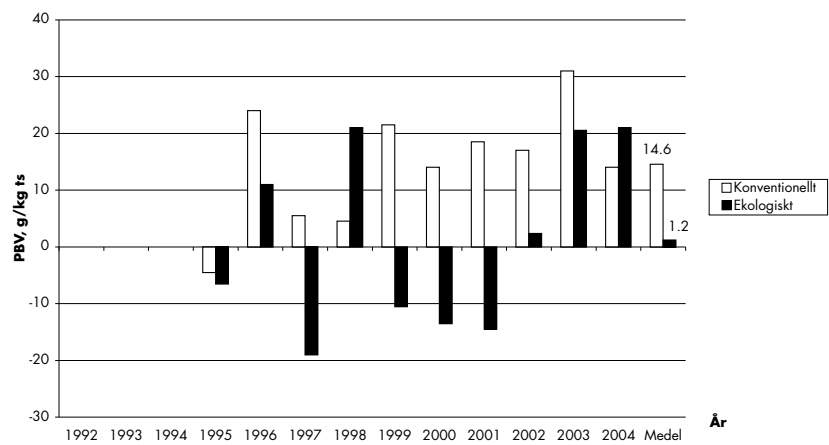
Smältbart råprotein (g/kg ts)

6e



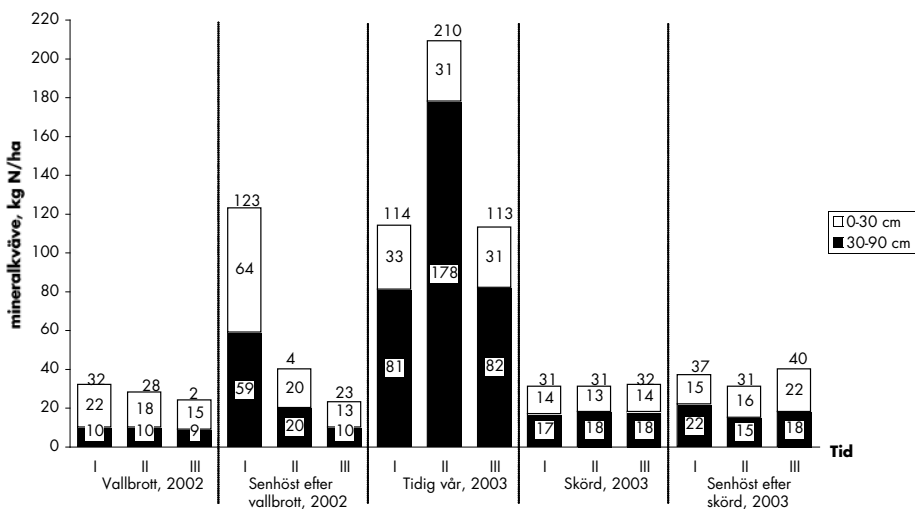
PBV (g/kg ts)

6f

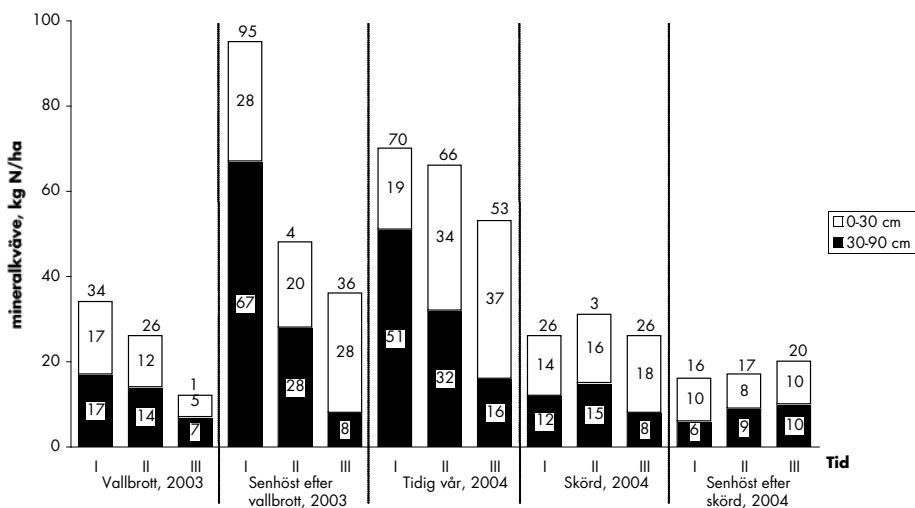


Figur 6d-f. (d) NDF (g/kg ts) i vall II i KONV- och EKO-odlat odlingsssystem, 1998-2004). (e) Smältbart råprotein (g/kg ts) i KONV- och EKO1-odlat odlingsssystem. (f) PBV (g/kg ts) i vall II i KONV- och EKO1- odlat odlingsssystem.

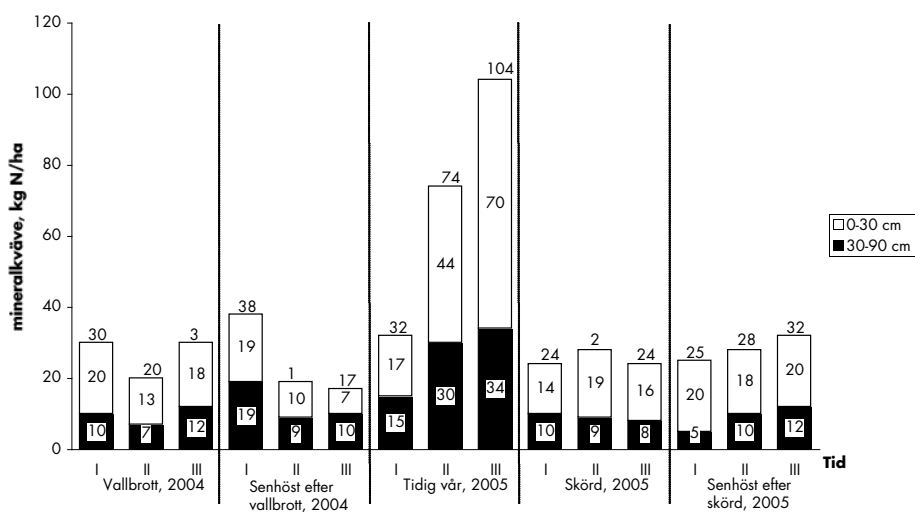
7a

2002-2003

7b

2003-2004

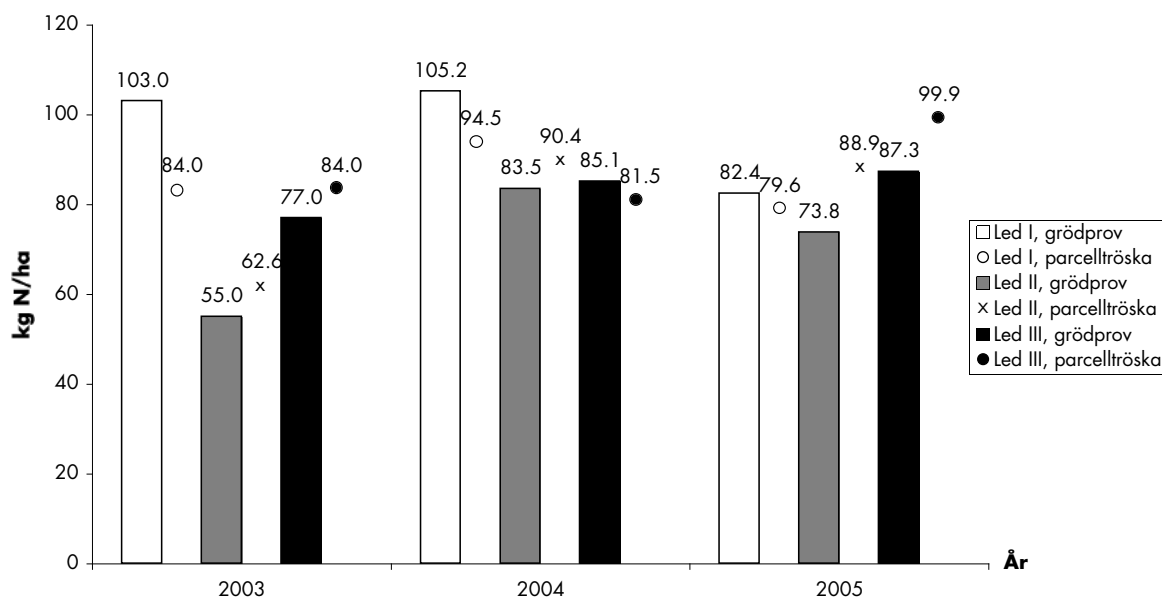
7c

2004-2005

Mineralkväve (kg N/ha) i jordprofilen, 0-90 cm

Figur 7a-c. Mineralkväve (kg N/ha) i jordprofilen, 0-90 cm. (a) Från vallbrott till hösten efter skörd i leden I – III, 2002-2003. (b) Från vallbrott till hösten efter skörd i leden I – III, 2003-2004. (c) Från vallbrott till hösten efter skörd i leden I – III, 2004-2005.

Grödprov och parcelltröskad vete, kg N/ha, 2003-2005.



Figur 8. Grödprov (kärna) och parcelltröskad (kärna) vete, kg N/ha, 2003-2005.

Slutsats: Sent vallbrott i slutet av oktober inför sådd av vårvete (led III) gav högre kväveskörd och något lägre risk för kväveutlakning jämfört med ett medeltidigt vallbrott i månadsskiftet augusti till september (led II). Referensled var höstvete (led I). Betydligt större mängder mineralkväve ansamlades vid tidigt vallbrott och sådd av höstvete än vid senare vallbrottstidpunkter. Skillnader i temperatur- och nederbördsförhållanden under olika år påverkade kvävedynamiken och vårvetets avkastning på olika sätt, vilket medförde att inga signifikanta skillnader i vårvetets avkastning kunde visas mellan de två vallbrottstidpunkterna, däremot en tydlig tendens till högre skörd och högre proteinhalt i led III än i led II. Denna studie visade dock en signifikant skillnad i kväveskörd mellan leden och med en högre kväveskörd i led III än i led II samt en något lägre risk för kväveutlakning med det sena vallbrottet.

Rådet till lantbrukare blir sammantaget att bryta vallen sent inför vårvetesådden, åtminstone på en djurgård med tillgång till stallgödsel och urin.

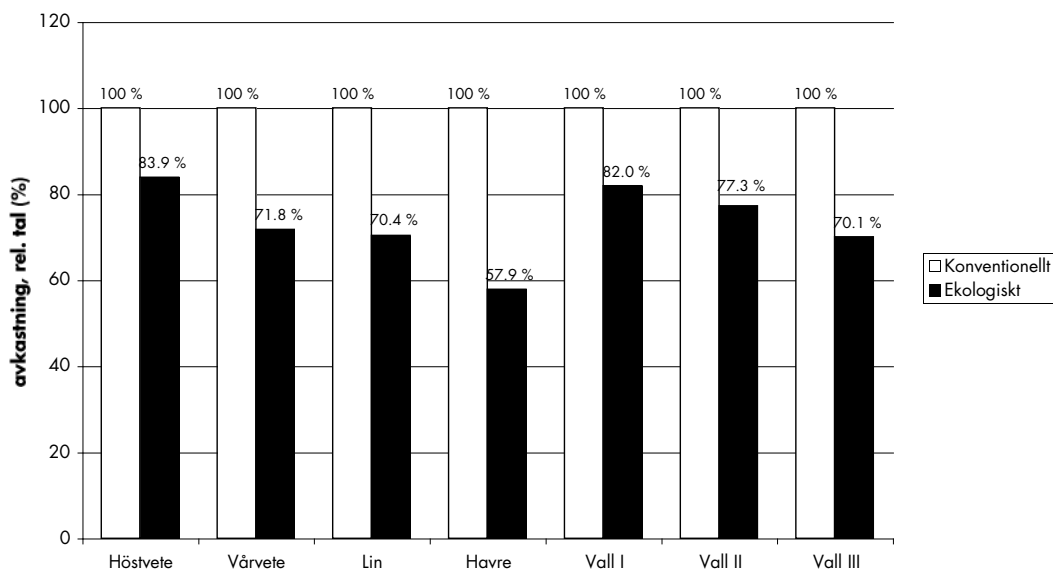
Som en fortsättning på ovanstående vallstudie påbörjades projektet: "Uthålliga vallblandningar" (L-Baekström, 2005c). Fyra stycken vallblandningar studerades i fält: Kvinnerstas nuvarande blandning: 20 % Rödklöver, 5 % vitklöver, 35 % ängssvingel och 40 % timotej (A), Vitklöverblandning Svalöv: 16 % Vitklöver, 10 % Cikoria, 37 % ängssvingel och 37 % timotej (B), Vitklöverblandning (Olsson): 10 % Vitklöver, 10 % käringtand, 10 % cikoria, 25 % timotej och 45 % rajgräs (C), Rödklöverblandning (modifierad Svalöv): 12 % Rödklöver, 5 % vitklöver, 17 % käringtand, 17 % cikoria, 17 % kummin, 16 % pimpnell och 16 % timotej (D). Bakgrunden till studien var att för ca 15 år sedan upptäckte undertecknad att rödklövern led av växtföljdssjukdomen, Allmän rotröta

på klöver. Vi ville då se om det fanns någon annan vallblandning, som var mer uthållig än Kvinnerstas dåvarande blandning. Slutsatsen av de båda vallåren blev att Kvinnerstas blandning fortfarande var den mest uthålliga blandningen, men att cikoria, kummin och käringtand tycktes vara intressanta ur näringssynpunkt. Pimpernell däremot utvintrade redan under första vintern. Både cikoria och kummin tycktes konkurrera bra med gräsen.

Parallellt med ovanstående pilotprojekt startade därför ett flerårigt projekt här på Kvinnersta och på Rådde i Västergötland. Projektet som avslutades 2007 prövade bl.a. cikoria och käringtand i olika vallblandningar med olika skördeintensitet. I detta samarbetsprojekt (Wallenhammar et al., 2008) har Råddeförsöket redovisats, medan resultaten från Kvinnersta kommer att publiceras senare.

Under förra året följde jag en fantastisk EKO-vall med cikoria, som var tät och frodig långt ut på hösten. De upprätta och ljusa gröna bladen var kraftiga, och hade under en längre period kunnat konkurrera bra mot framförallt rotagräs. En stor grupp får betade där, som jag såg på min väg till och från arbetet, till långt ut på hösten. Så sent som den 28/2 i år var vallen kraftig och cikorias upprätta blad lyste i kapp med solen! Den ovanligt varma senvintern var säkert en bidragande orsak.

År 2006 såddes lucern in i EKO-vallblandningen här på Kvinnersta. Förra året var det en mycket fin gröda, som tycktes ersätta en del av rödklöver. För ca 10 år sedan är sedan och längre tillbaks gick det knappast att etablera lucern här. Vädret har blivit varmare och därmed marken och möjligheten att odla lucern i vårt område.



Figur 9. Relativtotal för avkastning i höstvetete (1992-2004), vårvetete (1994-2004), havre (1992-2004), lin (1993-2001), vall I (1992-2004), vall II (1992-2004), vall III (1993-1999) i det konventionella och ekologiska odlingsystemet.

En sammanfattning av de olika grödornas avkastning i odlingssystem med djur, som odlats dels konventionellt dels ekologiskt, återges i form av relativtal (figur 9). Högst relativtal uppmättes i höstvetete, som vid sidan av vårvetete hade den bästa platsen i växtföljden, främst ur kväve-synpunkt, efter vallbrott. Den lägre avkastningen i vårvetete kan till stor del förklaras av den högre ogräsmängden i grödan, se nedan. Det första växtföljdsomloppet var 6-årigt och havre fick för litet kväve, vilket påverkade avkastningen som i sin tur påverkade relativtalet. Relativtalet för havreskörda under de senaste sju åren var 64 %, medan relativtalet för havren under hela försöksperioden var 58 % (figur 9). Högst relativtal uppmättes i vall I och därefter dalande relativtal med vallålder, detta orsakades till största del av Allmän rotröta på främst rödklöver.

3.3 MARKFÖRHÅLLANDEN OCH VÄXTNÄRING I DE OLIKA SYSTEMEN

Vad händer i marken vid övergång till ekologisk odling?

3.3.1 Växtnäringsbalanser: N, P, K

Växtnäringsbalanserna ger en bild av hur växtnäringen (N, P och K) utnyttjas i odlingssystemen. Balanserna är ett resultat av hur mycket N, P och K, som förs in till systemen (gödsling, kvävefixering, atmosfäriskt nedfall) och hur mycket som förs bort från systemen (skörd, slaktdjur, mjölk, ägg mm). Under åren 1993, 1995-1997, 1999-2000, 2002 och 2004 genomfördes beräkningar av balanserna med hjälp av programmet "STANK in MIND" (Jordbruksverket). I programmet beräknas storleken på kvävefixeringen, vilken grundas på vallavkastningen och vallens klöverhalt samt på skörd av ärt/åkerböna. Uppgifter för beräkning av gödselmängd, lagringsbehov och kväveförluster läggs in i programmet.

Tabell 2. Växtnäringsbalans i de olika odlingssystemen med djurhållning mellan åren, 1993-2004.

Odlingssystem	Växtnäring i kg/ha																										
	1993			1995			1996			1997			1999			2000			2002			2004					
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K			
KONV	52	0	1	83	-3	0	94	-8	-20	66	-8	-20	96	1	6	143	-2	3	70	-2	2	130	0	37			
EKO1	-16	-2	-1	-20	-3	-3	8	-3	-3	21	-4	-5	34	-3	-1	43	-4	0	48	4	13	63	-3	-20			

Det framgår av tabell 2 att det inte var någon nämnvärd skillnad i balanserna med avseende på P och K mellan de olika odlingssystemen, vilket är logiskt, eftersom systemen hade tillförts lika mycket P och K i form av stallgödsel och att KONV efter 1984 ej erhållit någon handelsgödsel fosfor eller -kalium. Året 1984 upphörde tillförseln av handelsgödsel-P och -K till hela Kvinnerstas åkermark, enligt rekommendationer av E. Haak (pers. medd.). Det räckte med tillförsel av stallgödsel för att växterna skulle få sitt behov av P och K uppfyllt. Uppgifter om tillförsel av gödsel i olika grödor som kvantitet och kvalitet, gödselslag, gödselmängd samt användning av bekämpningsmedel för varje växtföljd under varje år framgår av nätbilaga 22 för EKO1 samt nätbilaga 23 för KONV.

Växtnäringsbalanserna visade på ett underskott i medeltal på 3 kg P/ha (KONV) respektive 2 kg P/ha (EKO1) på Kvinnersta. Eftersom P-föreningar finns bundna i organisk form (25-65 %) är den delen viktig för den växttillgängliga fosfor (Schachtschabel et al., 1998). Det fanns sannolikt en ökad potential för mineralisering av organiskt (mikrobiologiskt) bunden fosfor och en snabbare recirkulering av P i EKO-systemet (Oberson et al., 1993; Oberson et al., 2000).

Beträffande K var det ett ringa överskott i KONV (1,1 kg K/ha) och ett litet underskott i EKO1 (2,5 kg K/ha, tabell 2). Som en jämförelse kan nämnas resultatet från en studie i norra Europa, där forskarna fann ett litet överskott av K i näringsbalansen i det ekologiska systemet (Watson et al., 2002). Från Skandinaviska studier fann Kristensen & Halberg (1995) ett överskott av mellan 10-33 kg K/ha i Norge respektive i Danmark också i ett eko-system. Kalium är lätttröligt i marken och K-förluster kan bli betydande. Enligt en norsk studie (Nolte & Werner, 1994) återfanns endast 50 procent av kaliumet i skördat foder i stallgödseln för recirkulation. Fosfor däremot är mindre rörlig, vilket leder till lägre förluster (Loes et al., 1999). Det är viktigt att påpeka att skillnader vad gäller växtnäringsbalanser mellan ekologiska och konventionella odlingssystem skiljer mellan olika studier, bland annat beroende på hur respektive system är utformade och var de är placerade.

3.3.2 Utveckling av markparametrar 1980-2005

Markens innehåll av P-AL, K-AL och K/Mg-kvoten och förändringar efter omläggning till ekologisk odling, 1980-2005 (nätbilaga 13a-j). Motsvarande uppgifter för KONV-skiftena, 1991-2005, redovisas i nätbilaga 14a-f.

pH

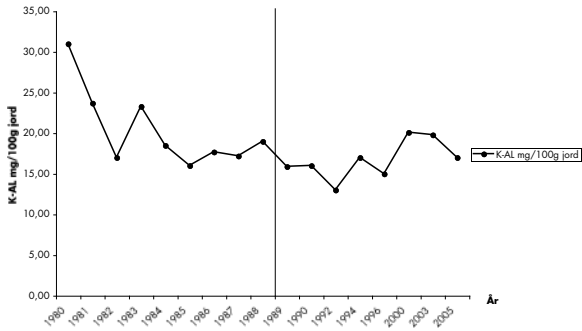
pH-förändringen över åren var relativt liten (figur 10c, 11c).

I medeltal för EKO1-skiftena (figur 10f, 11f.) varierade pH enligt följande: Före omläggningen var pH i medeltal = 6,6 och efter omläggningen = 6,4, vilket stöds av Hansen (1997). Värdena för KONV-skiftena (bilaga 4f) var i medeltal under motsvarande period = 6,3.

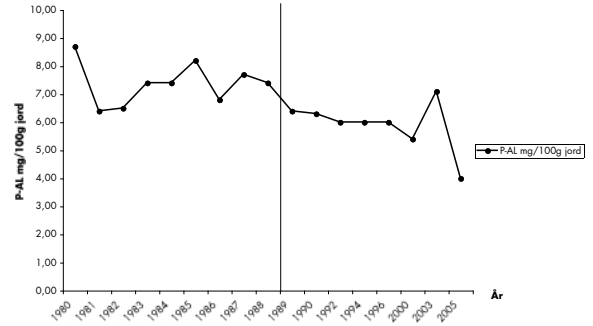
För skifte 21 (figur 11f), som legat omlagt sedan 1984, var det ingen skillnad i markens genomsnittliga pH-värde på 6,7 åren före respektive efter omläggningen, vilket tidigare visats i en jämförande studie av ekologisk och konventionell mjölkproduktion i Öjebyn (Salomon, 1994) och i odlingssystemförsök från Skåne (Gissén & Larsen, 2008). Det fanns en tendens till att pH sjönk något efter omläggningen för samtliga EKO-skiften, men skillnaden var inte signifikant vare sig för skifte 20 eller för medelvärdena av samtliga EKO-skiften (figur 10f). Däremot fanns det en signifikant negativ förändring för skifte 21 (figur 11f), som legat omlagt i 20 år (2004).

Förändringar i markparametrar 1980-2005, 10a-f

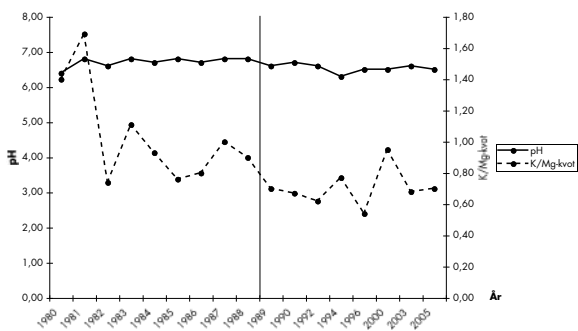
10a



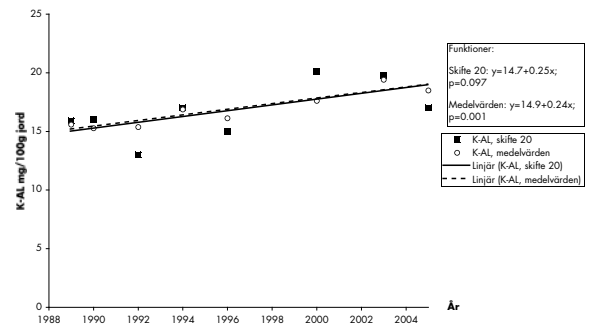
10b



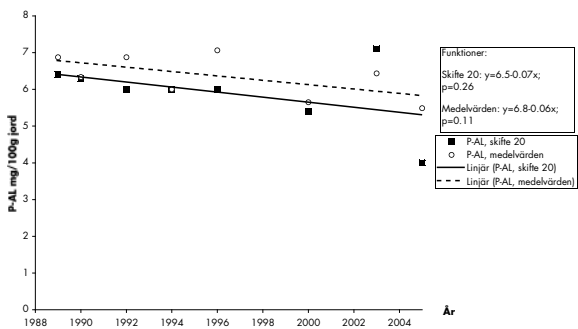
10c



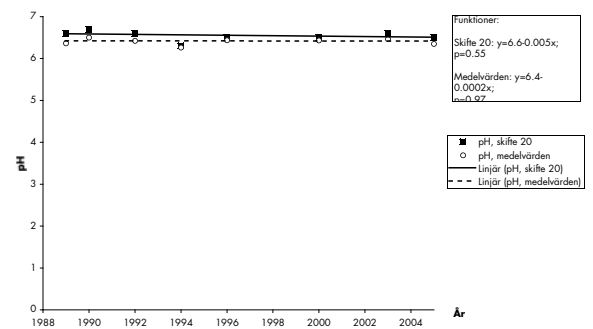
10d



10e



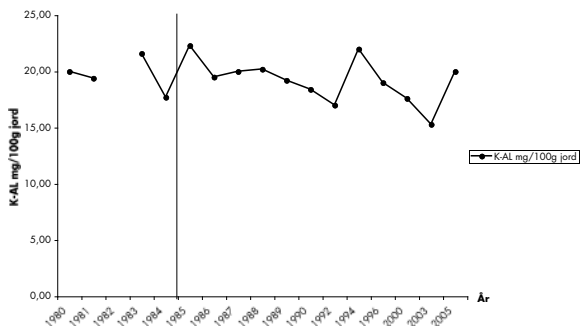
10f



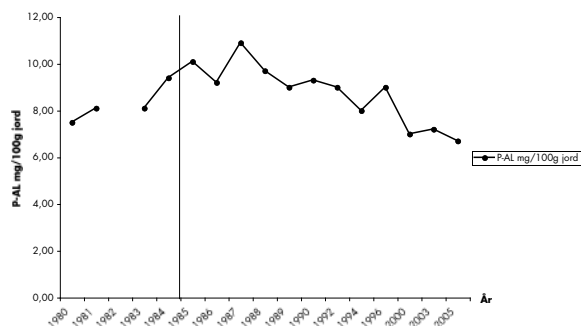
Figur 10a-f. (a) Förändring av K-AL, (b) förändring av P-AL och (c) förändring av pH respektive K/Mg-kvoten för skifte 20, före och efter omläggningen (lodlinjen markerar), samt medelvärden av EKO-skiftena (d) för K-AL, (e) för P-AL och (f) för pH inklusive linjära regressionslinjer.

Förändringar i markparametrar 1998-2005, 11a-f

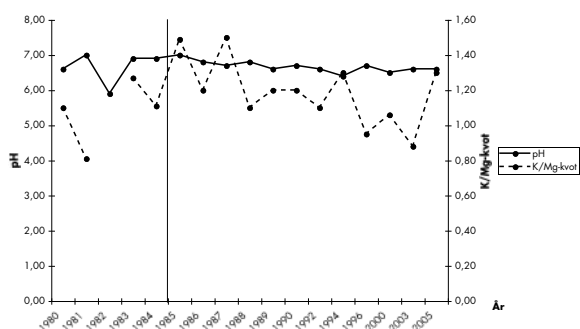
11a



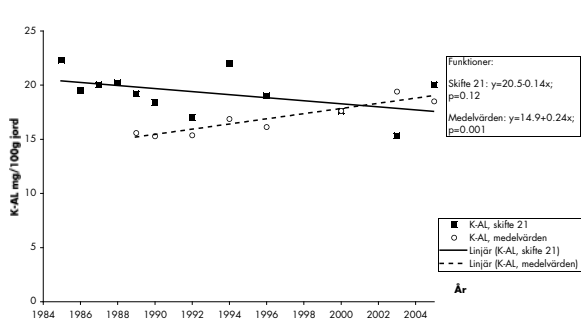
11b



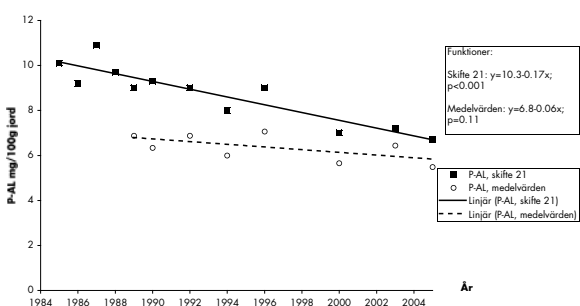
11c



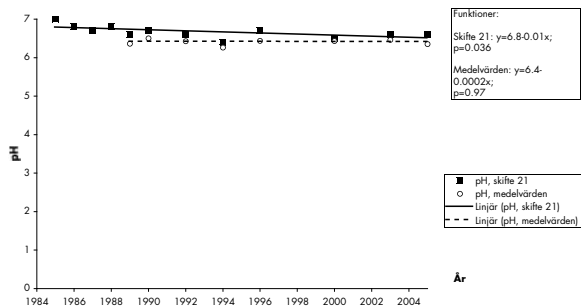
11d



11e



11f



Figur 11a-f. (a) Förändringar av K-AL, (b) förändringar av P-AL och (c) förändring av pH respektive K/Mg-kvoten för skifte 21 före och efter omläggningen (lodlinjen markerar), samt medelvärden av EKO-skiftena (d) för K-AL, (e) för P-AL och (f) för pH inklusive linjära regressionslinjer.

Fanns det någon skillnad mellan odlingssystemen avseende pH-förändringen under perioden 1989 - 2005 (figur 10f, 11f och bilaga 4f)? Bedömningen underlättas av att kalkning ej har förekommit på Kvinnersta sedan 70-talet, vilket främst påverkar pH, men också tillgängligheten av vissa näringsämnen som P, Cu och B. Som svar på frågan kan sägas att pH i EKO-systemet inte förändrats efter omläggningen, vilket stöds av Bakken et al.(2007). Det var också ringa förändring av pH- värdena för KONV-skiftena (1,4 och 10) under försöksperioden (bilaga 4c och f samt nätblilaga 11c och f).

K-AL

Resultat av regressionsanalyserna av K-AL och P-AL på åtta EKO-skiften under sexton år och ett skifte (nr 21) under tjugo år redovisas i nätblilaga 12.

Riktningkoefficienten för skifte 20 var +0,25, men förändringen var inte signifikant. Resultatet visar dock på en tendens att K-AL ökat med i medeltal 0,25 enheter för varje år (figur 10d). Tre andra skiften (skifte 18, nätblilaga 8d och 13b, skifte 22, nätblilaga 9d och 13f samt skifte 24 nätblilaga 10g och 13j visade en signifikant ökning av K-AL i marken. På två av skiftena, 19 nätblilaga 9a och 13c och skifte 21 (figur 11a och nätblilaga 13e) med högst initialt K-AL var lutningen svagt negativ men minskningen var inte signifikant.

Regressionen av samtliga EKO-skiftens tidsförändring under den tjugofemåriga försöksperioden av K-AL visade ett signifikant positivt samband ($p < 0,0001$). I denna analys fanns ett nästan signifikant samspel ($p = 0,0647$) mellan K-AL-förändring och skifte, vilket speglar att trenderna skiljer sig mellan de olika skiftena. Se skiftena 20 (figur 10d) och skifte 21 (figur 11d), som visar på olika trender. Det kan tyda på att det behövs resultat från fyra växtföljdsomlopp för att K-balansen i marken ska ha uppnåtts (jämför figurerna 10 och 11). Försök från Norge visade att koncentrationerna av växttillgängligt kalium minskade i marken under omläggningsfasen (Aasbo et al., 1999; Loes & Ögaard, 1997; Kristenson & Halberg, 1995). Skifte 21 (figur 11a och d) lades om redan 1984, och där fanns en tendens till minskning med 0,14 enheter varje år av K-AL. I långliggande försök i Norge (utlagda på 5 mjölkgårdar), var det å andra sidan bara på en av dem som det växttillgängliga kaliumet minskade signifikant (Loes & Ögaard, 2003). På tre av gårdarna förblev K oförändrat efter omläggningen. Resultaten visar på svårigheten att dra säkra slutsatser, eftersom andra faktorer än odlingssystem också påverkar marktillståndet (L-Baekström et al., 2006a). Jordarten spelar t.ex. en avgörande roll. Tyngre lerjordar har en stor kapacitet att leverera växttillgängligt kalium under många år. Resultaten från Kristianstadsförsöken visade att alla ekologiska led låg på minusbalanser och hade tårt på förråden av kalium. K-AL hade sjunkit i alla led för de tre försöksplatserna, medan det konventionella hade hållit sig bäst. Det fanns dock tecken på en utplaning. En viktig förklaring till skillnaderna mel-

lan försöksplatserna i Skåne är jordarten. På de lätta jordarterna (två av försöksgårdarna) är kaliumet bundet i kalifältspat, som är mycket svårslösligt, medan andelen kalium i glimmermineralen och lermineralen på den tredje är mer lättvittrade. Kvinnerstas mellanleror innehåller en hel del lättvittrat glimmer. Härtill kommer alvens betydelse för kaliumförsörjningen (Haak, föredrag; Öborn et al., 2005). Årsmånsvariationer tycks också spela roll (figureerna 1, 10a och 11a).

Mängden lösligt kalium förändrades ej nämnvärt för KONV-skiftena under motsvarande period (bilaga 4a, nätbilaga 11a och d). Riktningkoefficienten för skifte 4 visade att K-AL sjönk med 0,15 enheter för varje år och var svagt negativ, men minskningen var inte signifikant (bilaga 4d).

P-AL

En riktningkoefficient på -0,17 (skifte 21, figur 11e) innebär att P-AL minskade med i genomsnitt 0,17 enheter varje år. Det var det enda EKO-skiftet, som uppvisade signifikant skillnad ($p < 0,0001$) och detta skifte hade varit omlagt i 4 växtföljdsomlopp, tjugo år (2004). Tyder detta resultat på att det tar två decennier för att kunna avläsa förändringar i markens näringsinnehåll?

Sju av åtta EKO-skiften visade en minskning av P-AL i marken, men minskningen var signifikant endast på ett skifte. Tendensen var tydlig också på skifte 18 ($p = 0,0776$), nätbilaga 8e och nätbilaga 12. I och med en liknande tendens på de flesta skiften visade regressionen av samtliga skiften att P-AL signifikant sjunkit något under åren efter omläggningen (nätbilaga 12). En slutsats, som kan dras är att särskild uppmärksamhet måste ägnas P på EKO-gårdar och speciellt på mjölkgårdar, eftersom relativt mycket P förs bort med mjölken (Öborn, 2005).

K/Mg-kvoten förändrades i medeltal för EKO-skiftena från 0,79 till 0,71 före respektive efter omläggningen. För KONV-skiftena var värdet i medeltal 0,79. Mg-värdena var höga för skiften med hög mullhalt: skifte 19 (nätbilaga 13c) och 23ÖS (nätbilaga 13g), vilket borde leda till en låg K/Mg-kvot. Detta förhållande överensstämmer inte för de sistnämnda skiftena.

3.3.3 Markens innehåll av Ca, Mg, Cu-HCl och B

Förändring av innehållet i medeltal av Ca, Mg, Cu-HCl och B kan avläsas i bilaga 5 a-d för EKO-skiftena respektive för KONV.

- Fanns det någon förändring med tiden för EKO-skiftena, efter omläggningen? Är skillnaden signifikant?
- Fanns det någon tidsförändring för näringsämnen i KONV (bilaga 5a-d)?
- Fanns det någon skillnad mellan odlingssystemen?

Medeltalsberäkningarna för samtliga EKO-skiften över alla år, före omläggningen, visade att Ca-innehållet var 259 mg/100g jord före och 331

mg/100g jord efter omläggningen. Som jämförelse kan sägas att KONV-värdet var 336 (provtagning under en kortare period). Näringsinnehållet var redan från början något högre för KONV-skiftena än för EKO. För Mg var medelvärdet 25 mg/100g jord före och 26 efter omläggningen (KONV-värdet var 29). Motsvarande värden för Cu-HCl var 21 före och 23 efter omläggningen, KONV-värdet var som jämförelse 31. För B var värdet före omläggningen 0,4 och efter 0,6. KONV-värdet var 0,9. Samtliga värden ökade, (utom för Cu KONV, där det var en svag negativ trend) vilket är tillfredsställande. Från Skåneförsöken (Gissén & Larsen, 2008) rapporteras också små skillnader mellan olika odlingsystem. (Beräknade värden efter nätbilaga 13a-j och 14a-f.)

Regressionslinjerna för växtnäringsämnen visade att det inte fanns någon signifikant skillnad avseende Ca, Mg, Cu-HCl och B före och efter omläggningen. Värdena ökade mest för B, som närapå visade en positiv signifikant förändring (bilaga 5a-d).

Sammanfattningsvis kan sägas att situationen var godtagbar när det gäller försörjning av P och K. Den springande punkten i EKO-systemet var istället att få kvävet att räcka till. Därför odlades förutom vall med röd- och vitklöver även ärt alternativt åkerböna. Det var noga med var grödorna placerades i växtföljden och det var särskilt noga med stallgödsel- och uringivorna med avseende på kvantitet och kvalitet samt till vilka grödor de gavs i växtföljden. Detta påpekade redan Wallgren & Lindén (1991).

3.3.4. Markens innehåll av N

Specialstudier: Kväveutnyttjande i olika odlingsystem.

Markens kväveinnehåll tidig vår.

Växtnäringsbalanserna (tabell 2) visade ett underskott av kväve i EKO-systemet vid de två första analyserna år 1993 och 1995. Under resten av försöksperioden var kvävebalanserna positiva och varierade från +20 till +60 kg N/ha, vilket är i samma storleksordning som konstaterades av Loes & Ögaard (2001). En del av överskottskvävet byggdes sannolikt in i markens organiska kvävepool i EKO-systemet. En indikation på att den kvävelevererande förmågan ökat i matjorden var en med tiden ökande mängd örtogräs. Under första omloppet var mängden örtogräs mycket liten (figur 14a, b). I KONV-systemet var N-balansen positiv under hela perioden och ökade fram till år 2000, då den stabiliserade sig (tabell 2). I dagens jordbruksdebatt om det konventionella jordbruket är man oroad över att skördarna inte stiger, trots högre kvävegivor. En förklaring till detta kan vara att växtföljderna blivit mer ensidiga med bland annat en stor andel höstvet. En annan orsak kan vara ökande packningsskador på grund av allt tyngre maskiner. En låg N-effektivitet med överskott av N som följd medför läckage till vattendragen.

Specialstudier:

”Mineralkvävet förändring i markprofilen, 0-60 cm, två skiften KONV och tre skiften EKO, med tillhörande förfrukter, tidig vår, 1988–2001” (L-Baekström, opublicerad).

Syftet med denna studie var dels att undersöka om det fanns skillnader mellan KONV- och EKO-odlade skiften i markens innehåll av mineralkväve under tidig vår, dels hur stora skillnaderna var samt om det fanns någon tendens till förändring med tiden. Provtagningarna började 1988/89 för tre EKO-skiften och 1991/1992 för två KONV-skiften. För att se om förfrukterna hade någon tydlig inverkan är de inlagda i bilaga 6b och väderlekens påverkan kan tydas med hjälp av figur 1.

Mineralkvävet förändrades ganska likartat för de tre EKO-skiftena fram till år 1996. Efter vallbrott detta år skedde en kraftig höjning av mineralkvävet för skiftet 23,2 (bilaga 6a) med efterföljande höstvetete 1997. KONV-skiftet 4 följde EKO-skiftena, medan KONV-skifte 1 innehöll avvikande höga mineralkvävevärden åren 1993-1996. Skiftet är kväverikt (högre mullhalt än övriga skiften på gården) och efter vallbrott i vall III 1995, som följdes av höstvetete 1996 var N-mineraliseringen hög. År 1995 var nederbörden riklig under vår och sommar och nederbörden var jämnt fördelad under sommaren 1996. Höstvetetet det sistnämnda året gav näst



Bild 7. *Kväve-provtagning på Kvinnersta*

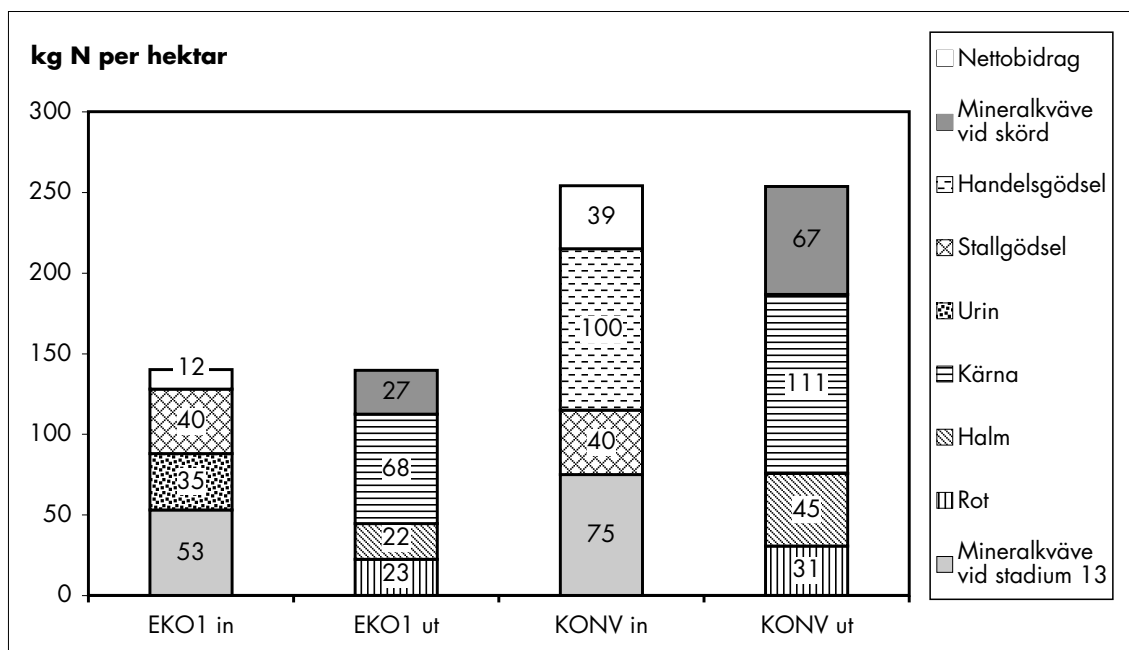
högst skörd under försöksperioden. Härfter följde spannmålsgrödor och ett dalande mineralkväveinnehåll i marken. Kväveinnehållet tidig vår var likartat för de ekologiska skiftena, med en ringa förändring under åren. I KONV-systemet var däremot variationen större mellan skiftena under de olika åren. Förklaringen till detta är sannolikt att EKO-systemet gödslats enbart med stallgödsel två gånger i växtföljden med en komplettering med urin i växande gröda. KONV systemet gödslades också med stallgödsel och dessutom skedde en komplettering med handelsgödsel till alla grödor varje år. Kväveintensiteten blir högre i

KONV-systemet vilket medför större risk för kväveöverskott och kväveförluster. I det sistnämnda systemet är det därför viktigt att kontrollera kväveinnehållet under tidig vår för att inte gödsla för mycket. Se nedan under specialstudien om kväveeffektivitet.

Fördelningen mellan ammonium- och nitratjoner under de olika åren för ett EKO-skifte respektive ett KONV-skifte framgår av bilaga (6c,d). I medeltal för de tre EKO- och de båda KONV-skiftena var kvoten mellan ammonium- och nitratjoner 1,7 gånger större för EKO- än för KONV-skiftena. Det skulle kunna betyda att kvävet i EKO-systemet var mindre benäget att utlakas än i KONV.

Studien "Nitrogen Use Efficiency in an 11-Year Study of Conventional and Organic Wheat Cultivation" (L-Baekström et al., 2006a).

Resursbevarande odlingssystem avseende kvävehushållning och kväveeffektivitet jämfördes i ekologiskt och konventionellt odlat höst- och vårvete. Mängden N som fördes in i systemet och mängden N som togs ut ur systemet som skördad gröda bestämdes. Markens innehåll av mineralkväve analyserades också, dels på våren, dels återstående oanvänt mineraliserat N, som fanns kvar i marken vid skörd. Jordprov för kväveanalys togs före grundgödsling och övergödsling i stadium 13 i höstvete. Den andra övergödslingen i höstvete skedde mellan stadium 13 och 31, då höstvetet behöver som mest kväve. I vårvete togs kväveprov före grundgödsling och övergödsling i stadium 31. Kväveinnehåll i vetehalm och rötter beräknades utifrån litteraturuppgifter. Kvävebalanser upprättades och kvävemineraliseringen under säsongen beräknades. Likaså identifierades miljövariablernas inverkan på skörden i de olika



Figur 12. Kvävebalans i KONV- och EKO1-odlat höstvete (L-Baekström et al., 2006a).

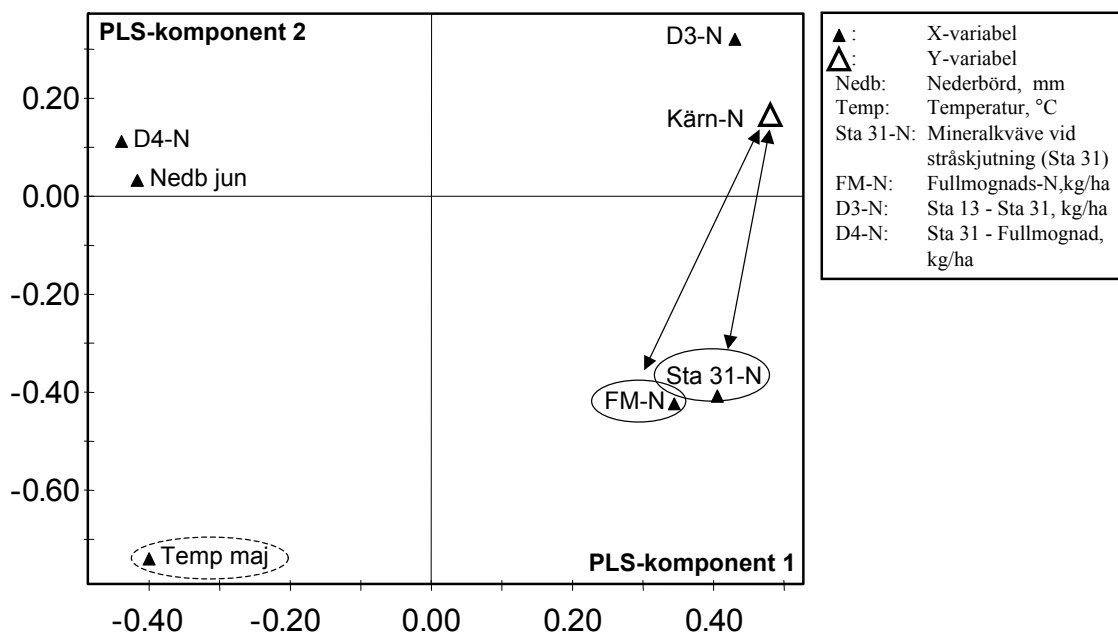
odlingssystemen. Studien genomfördes i de tidigare nämnda odlings-systemen: KONV och EKO1 samt i det ekologiska växtodlingssystemet med i huvudsak spannmål och grüngödsling (EKO2). I medeltal för alla år och provtagningstillfällen i höstvetete var det ca 60 kg N/ha mer mineraliserbart N kvar i marken under vegetationsperioden i KONV än i EKO1 och variationskoefficienten var högre i KONV. Maximivärdena var betydligt högre i KONV än i EKO1 ($p = 0,06$ till $0,09$). (Se original-artikeln, L-Baekström et al., 2006a och nätbilaga 15.)

Kväveupptaget i höstvetete visas i figur 12. Kväveeffektiviteten beräknad som N-upptaget i hela veteplantan (kärna, halm och rot) i relation till tillfört N i gödsel, var i höstvetete-odlingen 74 % i KONV och 81 % i EKO1. Kväveeffektiviteten i skördad höstvetekärna var 44 % för KONV och 49 % för EKO1. EKO1-vårvetet var lika effektivt som EKO-höstvetet och EKO2-vårvetet använde 73 % av kvävet till hela grödan och 39 % till kärnan.

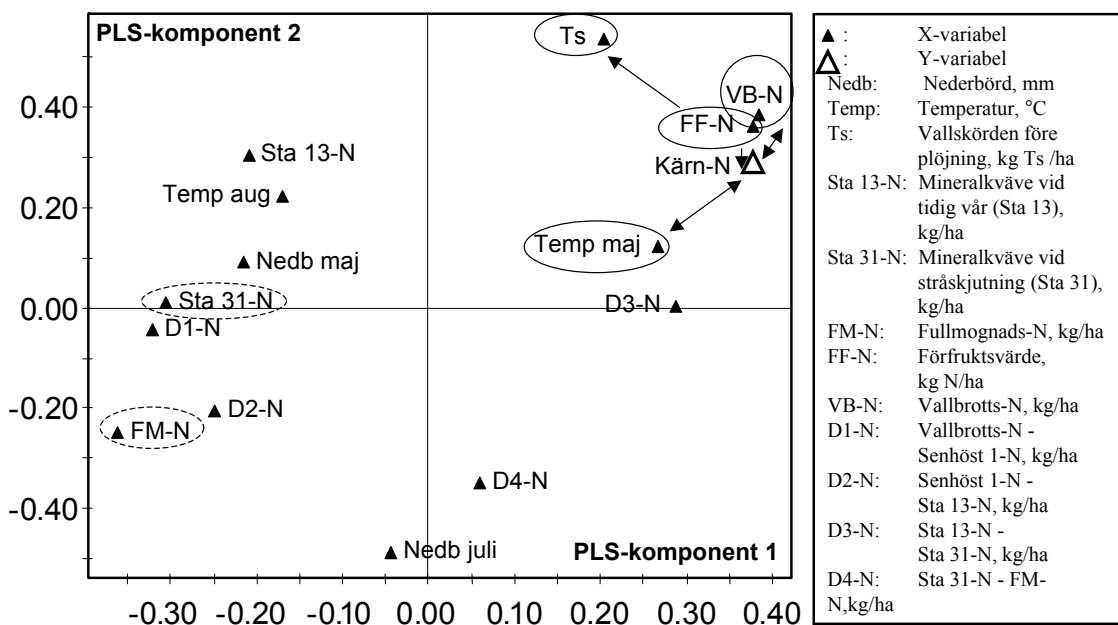
PLS-analys visade att vädret påverkade KONV- och EKO1-höstvetet olika. Hög temperatur i maj ökade kärnskorde i EKO1, men hade motsatt verkan i KONV. Stora oanvända mineralkvävereserver vid skörd samspelade med stor N-skörd i KONV-höstvetete. Förfruktsvärdet i kg N/ha efter vallbrott i vall II samspelade med hög skörd i det ekologiska höst- och vårvetet, men hade ingen inverkan i KONV (figur 13a, b). Förfruktsvärdet i kg N/ha har beräknats efter Granstedt (1990, 1992 och 1995). Modellen har tillämpats ex. på Kvinnersta (Granstedt & L-Baekström, 2000). Denna modell har också tillämpats i den ovan refererade studien.

Generellt gällde att en ökning av markens innehåll av mineral-N mellan utvecklingsstadierna 13 och 31 var positivt för både KONV- och EKO-höstvetet. Både höst- och vårvetete behöver mest N under denna period så möjligheten för förbättrad N-försörjning tycktes ligga i att öka mineraliseringen tidigt redan i stadium 13 i höstvetete respektive i vårvetete, där dessa tidpunkter ligger förskjutna i förhållande till varandra. Detta skulle kunna ske genom t.ex. intensifierad ogräsharvning eller hackning. EKO1-höstvetet var mer effektivt att utnyttja N-resurserna än KONV. KONV-effektiviteten kunde förbättras med precisionsgödsling för varje enskilt fält baserad på N-analys tidigt före vårbruket och på sensor-kontrollerad gödsling (se ovan om N-analys under tidig vår på olika skiften).

Sammanfattningsvis kan sägas att utlakningsrisken var större och kväveutnyttjandet lägre i KONV-höstvetet jämfört med EKO. Nederbörd, temperatur och förfrukt påverkade de båda odlingsystemen på olika sätt. För utförligare resultat se L-Baekström et al.(2006a).



Figur 13a. PLS-analys i KONV för att bestämma hur bra X-variablerna; förändring av mineralkvävereserverna i marken vid lika tidpunkter (D3 och D4) samt olika klimatdata förklarade Y-variabeln, N-innehåll i höstvetekärnan, 1996-2002.



Figur 13b. PLS-analys för EKO1 för att bestämma hur väl X-variablerna; förändring av mineralkvävereserver i marken vid olika tidpunkter (D1, D2 etc.), Ts i kg/ha av vallskörden före plöjning, klöverhalt i vallen och klimatdata förklarade Y-variabeln, kväveinnehållet i höstvetekärnan, 1996-2002.

3.4 OGRÄSINVENTERINGAR I HÖST- OCH VÅRVETE

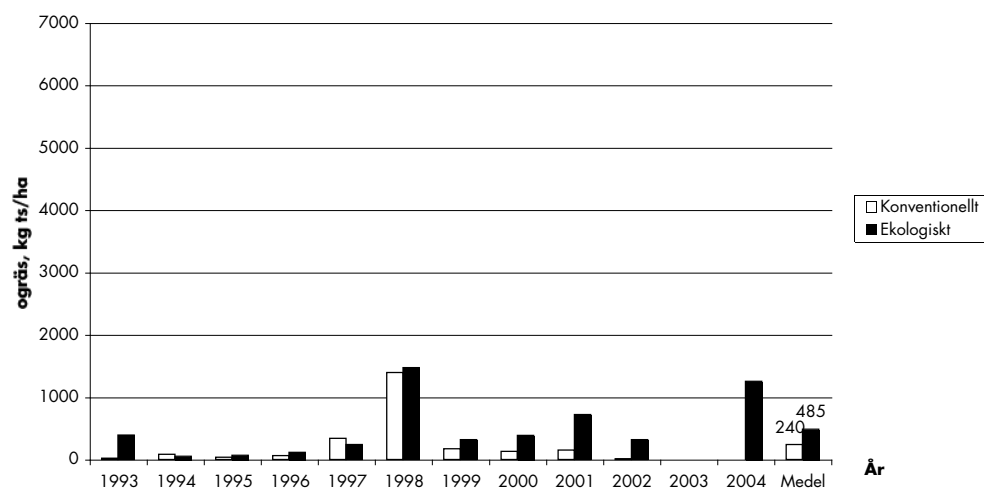
3.4.1 Skillnader mellan odlingssystemen

Det dominerande ogräset i höst-och vårvete i de båda odlingssystemen med djur var kvickrot, bilaga (7a,b och 8a,b). Kvickrot hade ökat eller minskat beroende på fält och olika grader av mekanisk bearbetning efter skörd (EKO1) och/eller som svar på effektiva herbicider, i huvudsak glyfosat (KONV) under åren 2002-2006. Kvickrot uppförades både i höst- och vårvete i båda odlingssystemen sommaren 1998, då det knappast var någon upptorkningsperiod ända in i oktober (figur 1, nätbilaga 16a och 17a, b). Under åren 1997 och 1998 var det ungefär dubbelt så mycket kvickrot i KONV-höstvetet som i EKO1 (nätbilaga 16a), medan mängden kvickrot var lika stor i båda systemen under försöksperioden. I vårvetet förekom 30% mer kvickrot i EKO1 i jämförelse med KONV (nätbilaga 17a). Det var svårigheter med skörden, åren 2002 och 2003, och det gick inte att stubbearbeta. Mellan åren 2005-2007 har intensiv stubbearbetning genomförts före plöjning, vilket har givit resultat inte minst på Kvinnersta. Denna åtgärd stöds av Håkansson (1969); Persson (1998); och Dock Gustavsson (pers. medd.). Även åkerpilört och våtarv förekom rikligt i båda odlingssystemen i höstvete (bilaga 7a, b). Antalet ogräsarter var större i EKO1 än i KONV, främst i höstvete (nätbilaga 16a, b samt 17a, b).

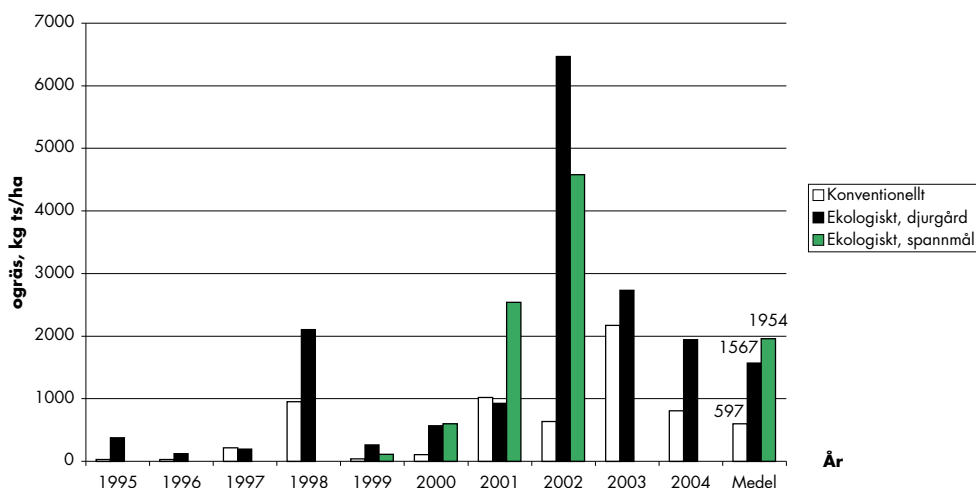
Håkansson (2003) har beskrivit att både kvickrot och våtarv har gynnats av en ökad mängd kväve, vilket vi också iakttagit på Kvinnersta. Under hela första växtföljdsomloppet fanns det förhållandevis litet ogräs i EKO1-systemet för att under det andra omloppet öka i takt med att kvävet i ytlagret ökade beroende på att det tillförts mer organiskt material än till KONV. Ökningen av det mineraliserade kvävet i markprofilen, över tiden, har lett till en ökad mängd ogräs vilket framgår av nätbilagorna 17b,c.

År 1993 avkastade EKO1-höstvetet den högsta skörden i studien. Vi valde då att odla vete igen redan 1995. Det ledde till en betydligt lägre veteskörd (figur 2a) och en uppförökning av vitklöver (nätbilaga 16a), som överlevde höstplöjningen om det fanns tillräckligt mycket fukt, som det gjorde sommaren 1996. Även i vårvete förekom kvickrot och åkerpilört rikligt i båda odlingssystemen (bilaga 8a, b). Våtarv förekom betydligt mer (15 gånger) i EKO1-höstvete än i KONV, och i vårvete (550 gånger) mer i EKO1 än i KONV (nätbilaga 16a-17b).

I EKO2 skedde över tid en ökning av ogräsmängden, i synnerhet av kvickrot, våtarv, hästhov, åkertistel och fettistel (åkermolke), nätbilaga 17c. Detta odlingssystem las också om 1989 (enligt avsnitt 2.2) och odlades fram till 1998 som den ekologiska djurgården (EKO1). Mot denna bakgrund fanns det ett förråd av mineraliserbart kväve i mat-



Figur 14a. Ogräs i KONV- och EKO1-odlat höstvetete med djurhållning, 1993-2004.



Figur 14b. Ogräs i KONV-, EKO1- respektive EKO2- (utan djur) odlat vårvete, 1995-2004.

jorden, som kommit från stallgödsel, baljväxter och övriga växtrester i EKO1-växtföljden. På spannmålgården dominerade åkertistel och fettistel (åkermolke), bnätbilaga 17c, vilket överensstämmer med Delin et al.(2002) i deras studier på Logården i Västergötland. Det fanns ingen signifikant skillnad i mängden ogräs mellan de båda EKO-systemen (bilaga 9b), men en stor skillnad enskilda år som 2001 och 2002 (nätbilaga 17b, c).

Totalt sett, alla ogräsarter, fanns en signifikant skillnad mellan odlings-systemen i höstvetete (bilaga 9a). I vårvete var skillnaden mellan de båda systemen svagare (bilaga 9a). Det fanns större mängd ogräs (kg ts) i EKO1-systemet, med något undantag, och fler arter i EKO än i KONV (bilaga 7a, b och 8a, b). Det var betydligt större mängd ogräs i vårvete än i höstvetete i båda systemen (figur 14a,b). Ogräset mötte större konkurrens från grödan i höst- än i vårvete och större konkurrens i KONV

än i EKO. Det framgick tydligt i fält under de olika åren med undantag för 1994 och 1997 i höstvetete samt 1997 och 2001 i vårvete. Det fanns en mindre mängd ogräs både i EKO-höstvetet och vårvetet dessa år. Det var torra förhållanden både maj/juni och ända till juli/augusti 1994 och 2001. Svårare var det att förklara 1997-års förhållande, då de viktiga månaderna maj/juni var nederbördsrika, men följdes av torra ända till november (figur 14a, b). Det var ingen skillnad i mängd ogräs i vårvete i medeltal mellan EKO1 och EKO2, men stor skillnad i förekomst enskilda år som 2001 och 2002 (nätbilaga 17c).

Det fanns mer ogräs i EKO1-systemet och fler arter i EKO än i KONV, vilket överensstämmer med Salonen (2001) och Håkansson (2003), som ansåg att ogräsmängden ökat i eko-odlingen både annueller och perenner dels beroende på att herbicider ej använts, dels på att det lättlösliga handelsgödselkvävet ersatts av organiska gödselmedel.

3.4.2 Skillnader mellan år

Årsmånen påverkade både förekomst av ogräs och förhållandet i mängd mellan odlingssystemen (figur 1 och 14a, b samt nätbilaga 16a – 17c). I EKO1-systemet odlades både höst- och vårvete på samma skifte (delat skifte) varje år, vilket möjliggjorde en jämförelse av ogräsbeståndet mellan de båda grödorna. Under de första växtföljdsomloppen var det inte så stor skillnad i mängden ogräs (figur 14a, b). Däremot fanns skillnad i det tredje omloppet, då kvävemängden hade ökat i det översta markskiktet. Under försöksperioden fanns det knappast åkertistel (känslig för herbicider och för avslagning av vallarna) på de båda djurgårdarna med undantag för EKO1-höstvetete, 2004 (nätbilaga 16b). Hösten 2003 var det omöjligt att stubbearbeta p.g.a. för riklig nederbörd den hösten. Däremot fanns det åkertistel på den ekologiska spannmålsgården samtliga år (nätbilaga 17c), bland annat för att man ej haft 2-åriga vallar.

Vissa ogräs tycktes vara oberoende av år t.ex. åkerförgätmigej (*Myosotis arvensis*), våtarv (*Stellaria media*), åkerpilört (*Polygonum persicârie*) och kvickrot. Både förgätmigej och våtarv tillhör de ogräs, som gror både vår och höst (Håkansson, 2003). År 2000 fanns det ungefär lika mycket ogräs i höst- som i vårvete. Juli månad var den mest nederbördsrika av alla åren i studien. Avkastning av höstvetete var lika hög i båda odlingssystemen (dock under medelavkastning, figur 2a). Avkastningen av vårvete, detta år, var lägre i KONV än i EKO1 och EKO2 (figur 3a). Den varma senvintern och försommaren samt nederbördsrik juni och juli var positivt för EKO-vårvetet. Avseende höstvetete kan förklaringen delvis bero på att konkurrensen från kulturgrödan var lika stor i båda odlingssystemen, men i fallet vårvete tyder det på andra faktorer i det komplexa samspelet. Vårvete är beroende av att det finns växttillgänglig näring i markvätskan tidigt på våren. Det går långsammare att mineralisera kväve från markens resurser när det är kallt, vilket ger växtnärbinsbrist tills marktemperaturen stiger. Handelsgödselkväve är inte temperaturberoende på samma sätt och är snabbt växttillgängligt.

Detta ger ofta stor avkastningsskillnad mellan handelsgödslad och organiskt gödslad vårsäd.

3.4.3 Skillnader mellan skiften

Vissa ogräs följde skiftena, t. ex. Harkål (*Lapsana communis*), som endast förekom på skifte 18, men där i både höst- och vårvete år 1999. Året hade en jämn nederbörd (över medelnederbörd, 1961 – 1990) från mars till juli. Det måste vara en kombination av skifte och årsmån, som gynnat ogräset. År 1998 fanns på detta skifte ungefär samma ogräsarter i både höst- och vårvete, förgätmigej, våtarv och kvickrot (nätbilaga 16a, b och 17a, b), men ingen harkål.

3.4.4 Skillnader mellan växtföljdsomloppen

Resultatet tyder på att ogräsmängden började öka under det andra växtföljdsomloppet (nätbilaga 16a-17c) framförallt av kvickrot. Särskilt tydligt syntes detta i vårvete under det tredje växtföljdsomloppet (nätbilaga 17b, c). Möjliga förklaringar är att (i) kväveinnehållet i ytlagret i matjorden hade ökat med tiden, att (ii) kvickrotstimulerats av mekanisk bearbetning, samt att (iii) ovana elever ej kunnat plöja och stubbearbeta tillräckligt noggrant.

Under det första växtföljdsomloppet i EKO1-systemet förblev ogräsplanterna små i samtliga grödor fram till 1997. Detta år fanns en tendens till ett ökat ogrästryck i EKO-havre, som fick sås om det året. Det förekom skador av markpackning i fältet, vilket också gynnade ogräsutvecklingen. Dominerande ogräs var våtarv och svinmålla. Båda ogräsen är nitrofila, vilket också här tyder på att kväveinnehållet i marken ökat, ungefär som i KONV-systemet. Enligt Håkansson et al. (2003) har dessa båda ogräs inte förändrats i omfattning under en följd av år. Det är de mest utbredda och vanligast förekommande ogräsen i de Nordiska länderna. Våtarven börjar mycket tidigt på våren att blomma, vilket leder till en riklig fröproduktion, medan svinmållan producerar mest frön av alla ogräs (Håkansson, 2003).

3.4.5 Skillnader mellan grödor

Samma tendens som i havre, avseende ogräset, kunde också iaktas i lin 1997. Det är tidigare känt att linet har en svag konkurrensförmåga gentemot ogräs och detta år i synnerhet. Dominerande ogräs var svinmålla och våtarv. Ogräset växte upp över havre- respektive linbeståndet. Salminen (1999) lyfte också fram svinmållan som största problemet i linodlingen och fann i sina studier att försenad sådd var effektivt för att motverka detta ogräs.

År 2002, som medförde den nederbördsrikaste våren och sommaren under projekttiden, låg vall II på skifte 20, som fläckvis (fuktiga områden och dålig dränering) var infekterat av perenna ogräs som hästhov, åkertistel, fettistel och kvickrot. Vallgrödan var svag detta år, vilket innebar att roto-gräsen lätt kunde föröka sig. Enligt Håkansson (2003)

tillhör hästhov den grupp perenna ogräs, som har minskat med tiden till stor del beroende på konkurrens från de odlade grödorna. På skiftet hade tidigare legat ett SLU-försök, som bidragit till uppförökning av de perenna ogräsen. Skiftet har under de efterföljande åren genomgått en intensiv stubbearbetning före plöjning med gott resultat. Erfarenheten från Kvinnersta visar att den tvååriga vallen med avslagning motverkar tistlarna på djurgårdarna på samma sätt som avslagning av tistlarna i den ettåriga gröngödslingsvallen.

År 2004 odlades storparceller med ett par olika hampsorter på mulljorden. De utvecklade sig kraftigt, den högsta sorten (Futura) var drygt 2 m hög. På marken under grödan var det mörkt. Denna syn inspirerade oss till att år 2005 odla hampa i växtföljden för att se dess konkurrenskraft främst mot åkertistel i jämförelse med vallodling och avslagning. Problemet var att hampan såddes för sent följt av försommartorka, vilket ledde till att den fick en svag etablering på fastmarksjorden. Erfarenheten från detta projekt är att hampa måste sås tidigt och ha god tillgång på vatten och växtnäring, för att kunna bli en konkurrenskraftig gröda.

Åkerbönan var årets bästa EKO1-gröda på Kvinnersta 1997. Visserligen fanns det en hel del ogräs nere i beståndet, men det hade ingen chans att påverka grödans avkastning och kvalitet.

Den viktigaste ogräsbekämpningen främst inom EKO-odlingen är den förebyggande, som tar ett helhetsgrepp om hela odlingsystemet med (i) väl-dränerad mark, (ii) en anpassad tillförsel av växtnäring, (iii) ett lagom pH-värde, (iiii) en väl avvägd växtföljd, med väl utförd plöjning och jordbearbetning, (iiiii) en jämn såbädd med ett sunt utsäde (Persson, 1998), vilket leder till en konkurrenskraftig gröda, som åkerbönan var 1997 på Kvinnersta. Detta påtalas också av Bärberi från Italien (2002), som ansåg att ogräsbekämpning skall integreras med andra odlingsåtgärder för att optimera hela odlingsystemet hellre än den enskilda grödan.

Vallens etablering har stor betydelse för hela vallens "liggetid", d.v.s. för grödans täthet, avkastning och förmåga till konkurrens främst mot rotogräsen (Granstedt & L-Baeckström, 2000). De vandrande perennerna som hästhov, åkertistel, åkermolke och kvickrot kan vara mycket persistenta i konkurrenssvaga vallar.

Fler konkurrenskraftiga grödor, främst mot rotogräs, måste användas i EKO-växtföljden inte minst med tanke på klimatförändringen, som innebär en högre årsmedeltemperatur och nederbörd, en längre vegetationsperiod och därmed en ökad konkurrens från ogräsen men också från grödan.

3.5 GRADERINGAR AV SVAMPANGREPP OCH BLADLÖSS I HÖSTVETE, VÅRVETE SAMT I HAVRE

I KONV-odlingen förekom ingen kemisk bekämpning mot svamp- och bladlöss under de sex första åren. Översiktligt under dessa år var det små angrepp av både svampar och bladlöss i höst- och vårvete i respektive odlingssystem. Den enda svampsjukdom, som avvek i någon större omfattning, tycktes vara bladfläcksjuka i vete. Det räckte med riklig daggbildning för att sporer skulle bildas och spridas med luftströmmen (Hedene & Olofsson, 1994). Liknande iakttagelser har gjorts under de senare åren.

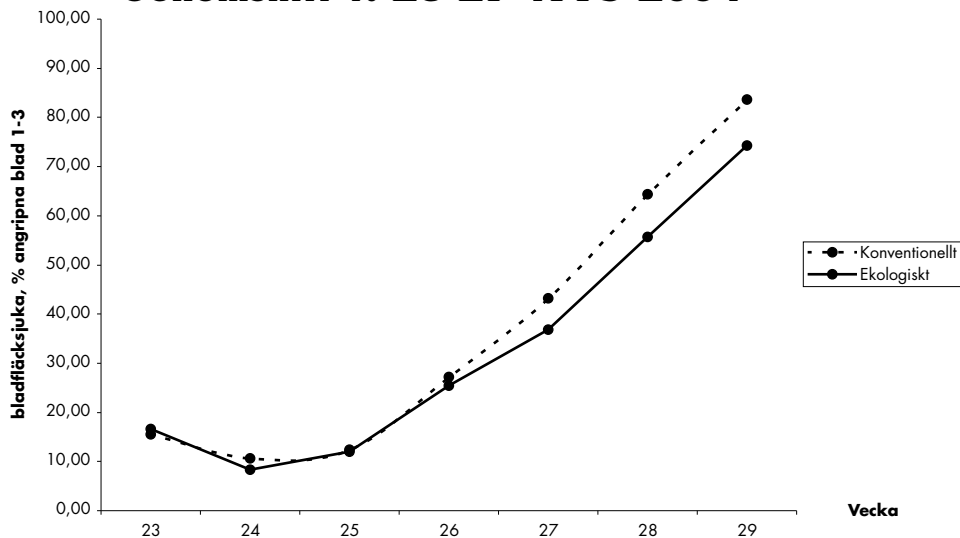
3.5.1 Bladfläcksjuka.

Bladfläcksjukans utveckling i höstvete, vårvete och havre kan följas varje år och veckovis i nätbilaga 18a-c. Här framgår tydligt att angreppen var kraftigast i höstvete och minst i havre. Värsta angreppet var 1998 i höst- och vårvete med rikligt med nederbörd utan någon upptorkningsperiod och sommaren var sval. Även de nederbördsrika åren 1999, 2000 och 2002 var angreppen stora, medan den torra sommaren 1994 knappast kunde uppvisa något angrepp varken i vete eller havre, vilket är i överensstämmelse med tidigare resultat beskrivna av Hedene & Olofsson (1994). Tidigare skörd var bättre med hänsyn till att angreppsgraden ökade från mjökmognad till fullmognad, vilket har framhållits av L-Baeckström et al. (2006b). Att vädret visat sig vara den viktigaste faktorn med avseende på bladfläcksjukans utveckling hade tidigare visats av Djurle (1996).

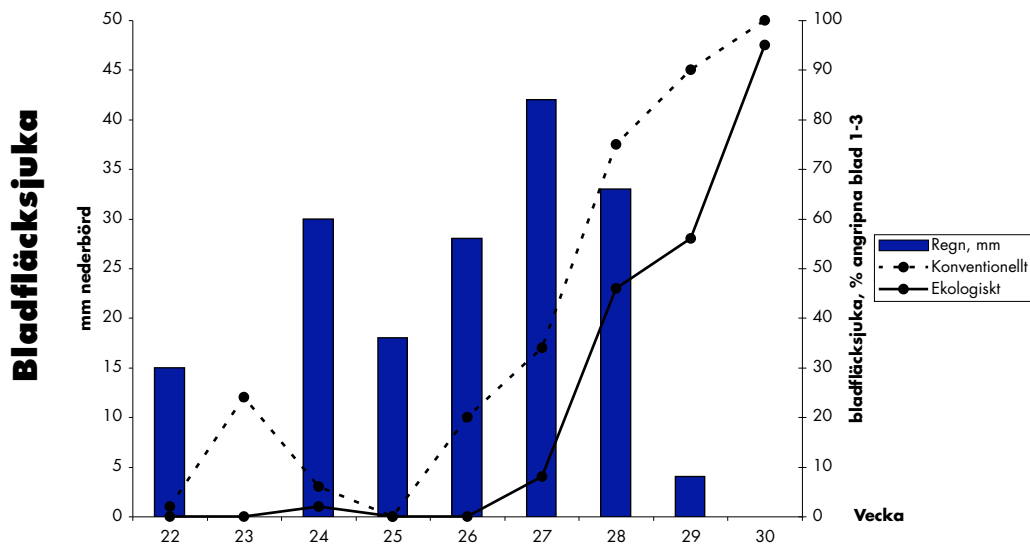
Det kunde inte påvisas någon signifikant skillnad mellan KONV och EKO-odlingen avseende angrepp av bladfläcksjuka i vete- och havre (bilaga 10). Det fanns en tendens till att angreppet var något större i KONV och att skillnaden ökade med mognadsgraden (figur 15a). Utvecklingen enskilda år som, 2003 och 2004 kan sägas vara likartade (figur 15b, c). Ökningen började ta fart något tidigare i KONV- än i EKO-odlingen. Nederbörds mängden de båda åren var på försommaren 45 respektive 35 mm och total nederbörd under perioden, 170 respektive 199 mm. - I en multivariat analys har L-Baeckström et al. (2006b) visat, rörande infekterade kärnor, att det föreligger en minskad attack av *S. nodorum* i EKO-höstvete men en ökad attack av *D. tritici-repentis* i förhållande till KONV.

Det tycktes vara vädret (figur 1), som var den viktigaste faktorn för svampens utveckling. Tidigare skörd var bättre och en ordnad växtföljd och nedplöjning av smittade skörderester var den bästa förebyggande åtgärden.

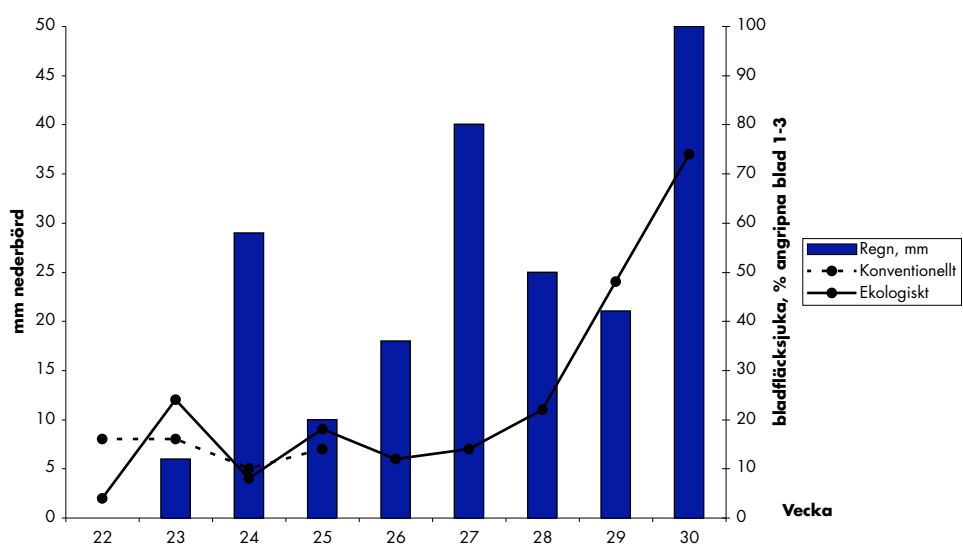
15a

Genomsnitt v. 23-29 1995-2004

15c

Jämförelse KONV och EKO 2003

15e

Jämförelse KONV och EKO 2004

Figur 15a-c. (a) Bladfläcksjukans genomsnittliga utveckling i KONV- och EKO-odlat odlingsystem under v. 23-29, 1995-2004. Bladfläcksjukans förändring i KONV- och EKO-odlat höstvetete under (b) år 2003 och under (c) 2004.

3.5.2 Ärtrottröta och vissnesjuka på ärt

Under vegetationsperioden 1994 tycktes ärtorna vara så tillbakasatta av ärtrottröta (inte att förväxla med vissnesjuka på ärt) att grödan inte längre kunde odlas i växtföljden.

Redan 1989 provtogs de båda KONV-skiftena och de visade sig ha index 66 respektive 56 (på en 100-gradig skala). Det innebar, enligt Svalöf Weibull, att det ansågs definitivt farligt att odla ärt på dessa skiften. Sedan dess har ärtor inte odlats i KONV-systemet, ej heller någon annan baljväxt förutom klöver. I tabell 1a kan de båda skiftena följas efter jordanalys 1989, -93 samt 2004. Redan 1993 hade index gått ner och angreppsgraden stabiliserat sig enligt analysvärdena 2004. Enligt SW AB ansågs det då relativt säkert att odla ärter. Värre var det med EKO-skiftena.

Av tabell 1a framgår att 1989 provtogs EKO-skiftet nr 20, som redan då var olämpligt att odla ärter på (tabell 1a). Med denna erfarenhet fortsatte analyserna 1993 med jordprover från EKO-skiftena och våra farhågor besannades. På tre skiften var infektionen så hög att det ansågs som definitivt farligt att odla ärter. Det var först 1996 med den dåliga ärtskörden som ärtodlingen upphörde och istället odlades åkerböna, som då ansågs mer resistent mot ärtrottröta (Levenfors, 2003). Året innan hade ärt odlats på skifte 21, som las om 1984, d.v.s. skiftet hade 1995 varit omlagt i 11 år. Näst högsta skörden under försöksperioden uppmättes på skifte 21, 3350 kg/ha, trots att jordanalysen ett par år tidigare uppvisat ett högt index (47), som 2004 hade ökat till index 66 (tabell 1a). Den höga skörden förvånade, eftersom nederbörden var över medel i samband med sådd, den 10/5, så även under juni, med normaltemperatur, för att vid skörd den 22/8 vara torrt (figur 1). Låg skörd uppmättes däremot av åkerböna 2001 på skifte 22 (sjukdomsindex 0), som då legat omlagt i 12 år. Försommaren detta år var torr och kall för att först i juli och augusti ha en nederbörd på över medel. Resultatet föranledde följande frågor: "Kan det 1995 ha skett en balans mellan nytto- och skadesvampar så att ärterna kunde klara den förhållandevis höga infektionsgraden på skifte 21?" Den andra frågan gällde åkerbönan, som på skifte 22 (2001) kunde ge så låg avkastning trots index 0. "Kan den förhållandevis kalla våren detta år vara den utlösande faktorn?" Enligt Levenfors (2003) har både klimat och jordart betydelse för utveckling av ärtrottröta. Fredrik Heyman, Inst. för skoglig mykologi och patologi, SLU, presenterade i februari, 2008 sin doktorsavhandling: "Root Rot of pea Caused by *Aphanomyces euteiches*", där han konstaterade att hög koncentration av Ca-joner i markvätskan var en viktig faktor för att motverka sjukdomen. Ytterligare en fråga inställer sig: "Kan AMF-populationen i marken påverka infektionen av ärt?" (Se nedan under avsnittet "Allmän rottröta på klöver".)

Hög avkastning av ärt (samma sort, som odlats på Kvinnersta) kunde uppmätas 2003 och 2004 på Karlslund (tabell 1b). På den ekologiska spannmålgården med jordarten lättlera hade ärt inte odlats sedan

1960-talet, vilket kan vara förklaringen. Här hade ingen uppförökning av svampen varit möjlig.

Under regniga somrar, t.ex. 2000 och 2002 förekom fläckar med vissnesjuka på ärt, särskilt nära och på vändtegarna, där markpackningen lett till en syrefattig miljö för plantorna. Parallellt förekom ärtrottröta på fälten.



Bild 8. Allmän rottröta på klöver

3.5.3 Allmän rottröta på klöver

En femårig studie av vallens förfruktswärde i ekologisk odling på Kvinnersta och Skilleby, visade klöverhaltens stora betydelse för vallens förfruktswärde (Granstedt & L-Baeckström, 1998 resp. 2000).

För ca 15 år sedan i samband med en studie av den botaniska sammansättningen i vall I-III på Kvinnersta fann undertecknad att rödklöverhalten hade sjunkit i samtliga vallåldrar och speciellt i vall II, som skulle ligga till grund för förfruktswärdet. Skadade rödklöverplantor kunde iakttas. 50 st klöverplantor grävdes upp i vall II i respektive odlingssystem, jämnt fördelade över linjekarteringslinjen, tvättades och

skars igenom med ett längdsnitt. Resultatet blev att 95 % av rötterna var anfäktade av Allmän rotröta på rödklöver. Det tredje vallåret var klöverinlaget mycket svagt, under 5 %, samtliga år i studien och i båda odlingssystemen, orsakat av rotröta. Som en förlängning av bl.a. dessa resultat startade 2004 ett större projekt: "Influence of root rot on the sustainability of grass/legume leys in Sweden", som tidigare nämnts. Hotbilden är *Fusarium*-svamparna, som naturligt lever i marken och som uppföras så fort en mottaglig växt odlas oavsett odlingssystem. Dessa svampar angriper också vete (Lager & Gerhardsson, 2002) och enligt Engdahl Axelsson, mikrobiolog (pers. medd.) bidrar *Fusarium*-svamparna också till att ärterna lättare angrips av ärtrotröta. Samtliga tre grödor ingår i den vanliga EKO-växtföljden på djurgården och det finns inga resistent sorter. Mer forskning behövs!

Fusarium-släktet figurerar inte bara i samband med Allmän rotröta på klöver utan också som olika fusarioser på vete, på en del gräs samt i samband med ärtrotröta och vissnesjuka. Sjukdomarna ökar i omfattning, vilket vi tydligt har sett på Kvinnersta, inte minst de senare nederbördsrika åren. Fortsatta studier bör genomföras med fokus på den arbuskulära mykorrhizan som påverkas av ett flertal faktorer i marken (Anderson et al., 1984; Porter et al., 1987; Wang et al., 1993; Koske, 1987 samt Johnson et al., 1991). Vidare behövs också studier i markbiologi, eftersom det är känt att EKO-odlingen ger upphov till en högre mullhalt och därmed ett rikare mikroliv, som därför påverkar AMF-populationen i marken. Har EKO-odlingen ett försprång i detta sammanhang? Kan mikroorganismerna, nytto- och skadesvampar i en lagom balans med luft och vatten ge svar på frågan?

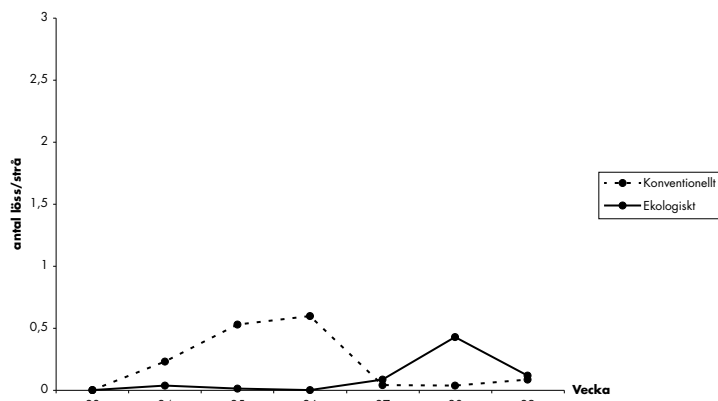
Det första skiftet, som las om på Kvinnersta har nu legat omlagt i 24 år. Det vore ett lämpligt skifte att lägga ut sådana försök på under minst två växtföljdsomlopp i båda odlingssystemen. Ett sådant projekt är just i år (2008) placerat som en pilotstudie på Kvinnersta. Bland resultaten ovan finns det tendenser till att EKO-grödorna är "friskare" än KONV-grödorna. Om så är fallet kan det då bero på mikrolivet i marken?

3.5.4 Havrebladlus, sädesbladlus och grönstrimmig gräsbladlus

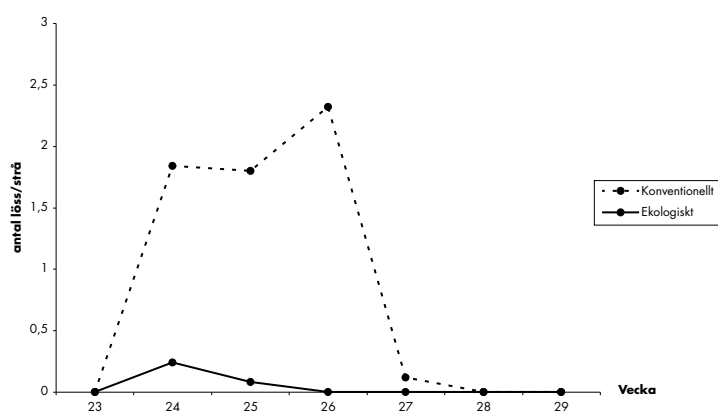
Den lusart, som orsakade mest skada var havrebladlusen. Det fanns ingen skillnad mellan odlingssystemen avseende angrepp av lusen i höst- och vårvete. Däremot signifikant skillnad mellan systemen i havre (bilaga 11), vilket är i överensstämmelse med Hedene & Olofsson (1994). Det var ungefär tre gånger så högt angrepp i KONV-havren som i EKO. Angreppen började något tidigare i KONV än i EKO (nätbilaga 19a-c). I medeltal under samtliga år kan sägas att angreppen var kraftigare under vår och försommar i KONV (figur 16a) till fördel för EKO. Störst antal löss/strå var det i v. 26, då vetet var i full tillväxt, medan en mindre topp inte kom förrän i v. 28 i EKO. Angreppet 1997 började inte förrän i v. 27 och verkade vara kraftigare i EKO (figur 16c), medan bilden av 1999 års

Bladlöss

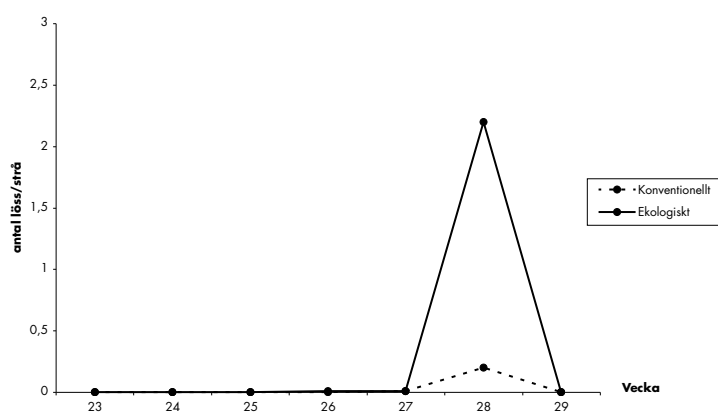
16a.



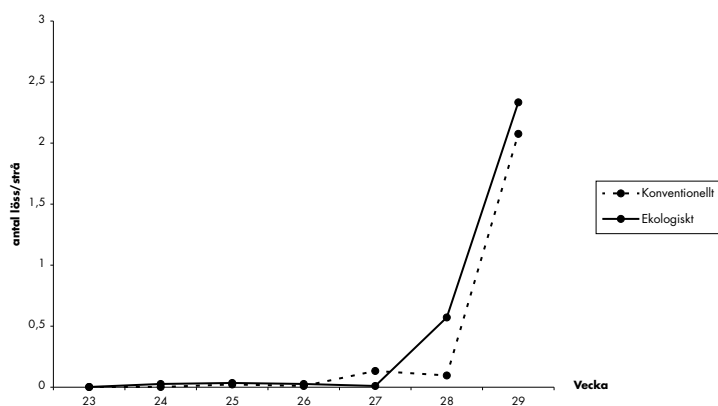
16b.



16c.



16d.



Figur 16a-d. (a) Havrebladlusens genomsnittliga utveckling i KONV- och EKO-odlat höstvete, 1995-2004. (b) Havrebladlusens utveckling i KONV- och EKO-odlat odlingsystem i höstvete, år 1997. (c) Havrebladlusens utveckling i KONV- och EKO-odlat odlingsystem i höstvete, 1999. (d) Sädsladlusens genomsnittliga utveckling i KONV- och EKO-odlat odlingsystem, 1995-2004.

angrepp (figur 16b) hade stora likheter med bilden för årsmedelvärdena (figur 16a). Havrebladlusens utflygning och utveckling påverkas starkt av temperatur och nederbörd (Hedene & Olofsson, 1994).

Dessutom har sädesbladlus och den grönstrimmiga gräsbladlusen graderats, angivna i % av angripna huvudskott. Av figur (16a och d) framgår den stora skillnaden i angrepp mellan havrebladlusen och sädesbladlusen. Under de 13 år som studien dokumenterats har knappast något KONV-skifte kemiskt bekämpats mot växtskadegörare. I nätbilagorna 19a-c kan angreppen av de olika lusarterna följas veckovis och årsvis och av nätbilaga 22 framgår vilka år och hur som kemisk bekämpning genomförts i KONV-odlingen.

Sädesbladlusen påbörjade inte sina angrepp förrän i v. 27 och utvecklingen av lusens tycktes vara likartad i båda odlingssystemen (figur 16d). Gräsbladlusen förekom endast vid enstaka tillfällen. De båda lusarterna hade knappast någon ekonomisk betydelse, vilket är i överensstämmelse med Hedene & Olofsson (1994).

3.5.5 Övriga skadegörare som graderats

Brunrost, gulrost och mjöldagg.

För höst- och vårvetets del har enstaka symptom på brunrost eller gulrost kunnat iakttas. År 1998, som var nederbördsrikt, började angreppet i höstvetet i v. 30 för EKO och något tidigare i KONV. I vårvetet var angreppet svagare. I havre förekom inget angrepp. Under vegetationsperioden iakttogs ej heller något angrepp av mjöldagg i höstvetet och havre, däremot ett svagt angrepp i vårvetet och då endast i KONV.

Stråknäckare och rotdödare på Kvinnersta

Åren 1994 och 1995 studerades angrepp av stråknäckarsvamp med anledning av att det förekom vitaxighet mer än vanligt i vetefälten. Svagt angrepp innebar symptom på mindre än halva stråets omkrets, medelstarkt angrepp innebar symptom på mindre än hela stråets omkrets samt starkt angrepp symptom på hela stråets omkrets samt insjunken stråvävnad. Det konstaterades att det fanns något fler friska strån i EKO-systemet. Enligt Växtskyddscentralens kommentar betraktades angreppet 1995 som svagt utan någon större betydelse för skördeutfallet. Under senare år har bilden varit likartad. Kvickrot, som ökat i omfattning på Kvinnersta de senaste åren, är också värdväxt och kan bilda bryggor mellan mottagliga grödor.

Några angrepp av rotdödare kunde fram till 1997 inte konstateras. Härefter har rotdödarsvampen iakttagits fläckvis i fälten, ofta där det förekommit kvickrot. Kvickrot är också här värdväxt. Angreppens styrka är också i detta fall beroende av väderleken (Hedene & Olofsson, 1994). En angripen planta blir svagt bestockad, brådmogen med dåligt matade ax som ofta mörkfärgas av sotdagg. Rötterna blir mindre och mörkfär-

gade. Angripna plantor på Kvinnersta tycktes förekomma fläckvis och sporadiskt tillsammans med kvickrot i ungefär samma omfattning i båda odlingssystemen.

Mikrobiologiska analyser (pilotstudie) genomfördes i vete 1992 och 1994. Skälet till studien var den då pågående debatten om att den ekologiska spannmålen möglade lättare än den konventionella. Det var inte någon skillnad mellan KONV och EKO avseende förekomsten av *Penicillium* och *Aspergillus*, däremot en liten skillnad mellan KONV (10 %) och EKO (3 %) avseende förekomsten av *Fusarium*. År 1994 konstaterades mindre skillnader mellan odlingssystemen avseende, totala antalet aeroba bakterier, jästsvamp och mögelsvamp. Mögelsvampväxten i KONV var relativt riklig, men utgjordes av fältflorasvampar, vilka ansågs som harmlösa mögelsvampar. Andra studier har visat att spannmålens vattenhalt vid lagring är den mest avgörande faktorn för bildning av mögel och produktion av mögelgifter.

3.6 EKONOMI

3.6.1 Ekonomisk utvärdering av odlingssystem

Presentationen av den ekonomiska beräkningen är i form av figurer och bilagor i TB 1 per ha för KONV och EKO. Beräkningarna är genomförda av H. Nilsson, Hushållningssällskapet i Östergötlands län. (En KULM-rapport för Jordbruksverket via Länsstyrelsen i Örebro län, L-Baeckström, 2006e).

Studien presenteras här fördelad på tre växtföljdsomlopp (figur 17a). Vid en jämförelse mellan dessa (TB 1) kan konstateras att det genomsnittliga resultatet för EKO ligger högre än för KONV. Marginalen mellan dem har dock minskat. En förklaring kan vara att ekostödet har sjunkit under 2000-talet (figur 18b). En annan är att grödpriset har sjunkit procentuellt mer i det ekologiska systemet än i det konventionella.

Figur 17b visar hur det genomsnittliga TB 1 för hela växtföljden utvecklats sig de enskilda åren under 1992-2004. EKO-produktionen har genomgående ett högre TB 1 än KONV. Avståndet mellan de båda odlingsformerna har minskat över tiden, vilket förtydligar resultatet från figur 17a.

Figurerna 17c, d visar hur de genomsnittliga kostnaderna och intäkterna i hela växtföljden utvecklats. De ekologiska ersättningarna redovisas för sig i figur 17c. Av figur 17d framgår att särkostnaderna stigit under 2000-talet i det konventionella systemet till stor del beroende på ökad användning av kemiska bekämpningsmedel. Tidigare studier av de båda odlingssystemen (L-Baeckström et al., 2004) har visat att EKO-systemet är känsligare för torra förhållanden under maj-juni då det mineraliserade kvävet måste ha tillgång till fuktiga förhållanden för att kunna tas upp

av rötterna, vilket var påtagligt under vegetationsperioderna 1992 och 1994 (figur 17b). Detta avspeglade sig i avkastning och kvalitet. Handelsgödselkvävet till KONV-systemet är ju direkt växttillgängligt och tas vanligen upp redan i april, då det oftast har varit normal nederbörd i jämförelse med 30-årsmedeltalet. Figureerna visar också att intäkterna varierar mer i EKO-växtföljden än i den konventionella – svängningarna är större. Som ovan nämnts har både grödpris och ekostöd sjunkit under 2000-talet i jämförelse med 1990-talet.

Det ekologiska höstvetet har gett ett betydligt högre TB 1 än det konventionella under de år som studien pågått (figur 18a). Vetet har också den bästa platsen i växtföljden efter vallbrott och tillförsel av stallgödsel. Det finns en viss tendens till ett lägre TB 1 i KONV-systemet i det tredje växtföljdsomloppet, troligen på grund av en intensivare användning av kemiska bekämpningsmedel med åtföljande fördyring. Även grödpriset har sjunkit med 7 %. Däremot har vårvetets utveckling vad gäller EKO-produktionen varit negativ. Priset på det ekologiska vårvetet har under det tredje växtföljdsomloppet sjunkit med 41 %, medan motsvarigheten för det konventionella sjunkit med 9 % (figur 18c). Stödbeloppen har inte förändrats speciellt mycket under åren (figur 18b). Under 1995-1999 var stödbeloppen 1600 kr/ha, därefter 1300 kr/ha i ekologisk ersättning.

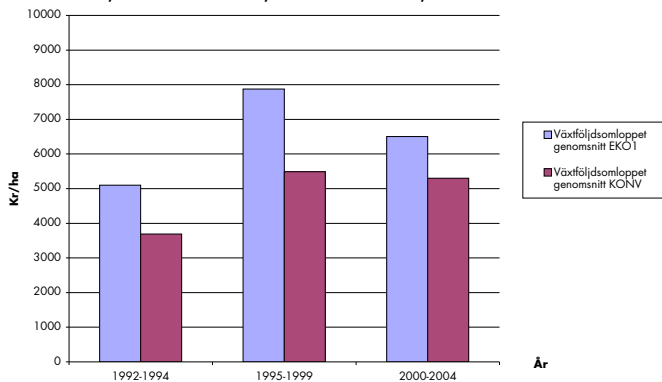
Figur 18b, beskriver differensen mellan TB 1 i ekologisk och konventionell höstveteproduktion. Under hela försöksperioden har det ekologiska höstvetet haft en bättre lönsamhet än den konventionella odlingen även utan ekologisk ersättning, trots att det ekologiska höstvetepriset sjunkit med hela 35 % under det tredje växtföljdsomloppet. Figur 18d, beskriver differensen mellan TB1 i ekologisk och konventionell vårveteproduktion jämte EKO-stöd.

Utvecklingen för EKO-vårvetet har under senare år varit negativ (figur 18c). Prisbilden för vårvete har till stor del inverkat på detta. Stödbeloppen har inte förändrats speciellt mycket under åren enligt ovan. Det ekologiska vårvetet började odlas 1994 på Kvinnersta, men grödan odlades ej i det konventionella odlingssystemet, varför den detta år utgick ur jämförelsen.

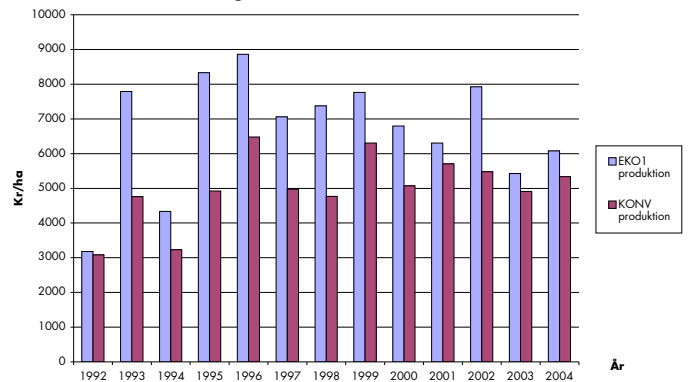
Figur 18e. Den ekologiska havreodlingen har haft ett högre TB 1 än den konventionella växtföljden under de år studien pågått. År 1995 odlades inte havre i den konventionella växtföljden, varför det saknas staplar där. Det nederbördsrika 1998 ledde till liggsäd och axgroning i den konventionella havren (figur 18e), medan den ekologiska havren "hölls upprätt" av ett styvare strå och av insådden. Grödpriset har under det sista året sjunkit med 15 % i det konventionella systemet och med 40 % i det ekologiska. Differensen mellan TB 1 i den ekologiska och konventionella havreproduktionen har under hälften av de studerade åren varit högre än den ekologiska ersättningen (figur 18f). Det visar att den ekologiska havreodlingen kan vara mer lönsam än den konventionella

Ekonomisk jämförelse mellan KONV och EKO

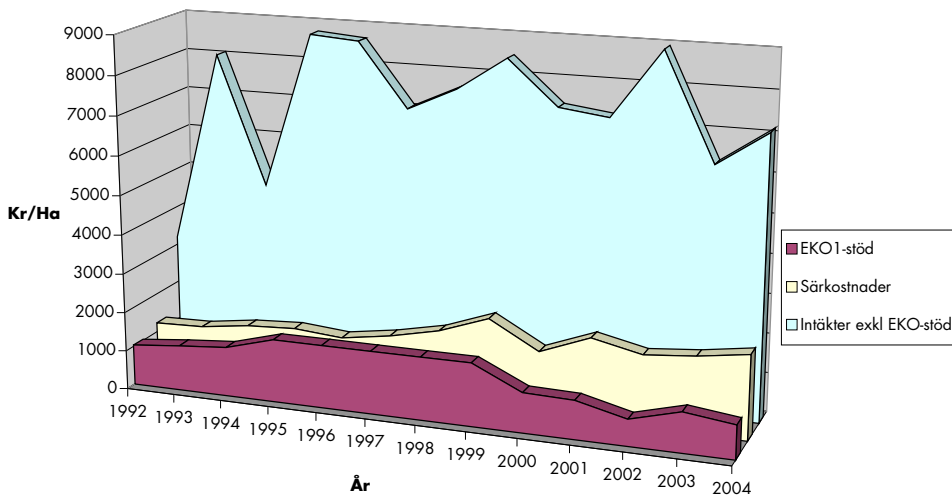
17a TB1, 1992-1994, 1995-1999, 2000-2004



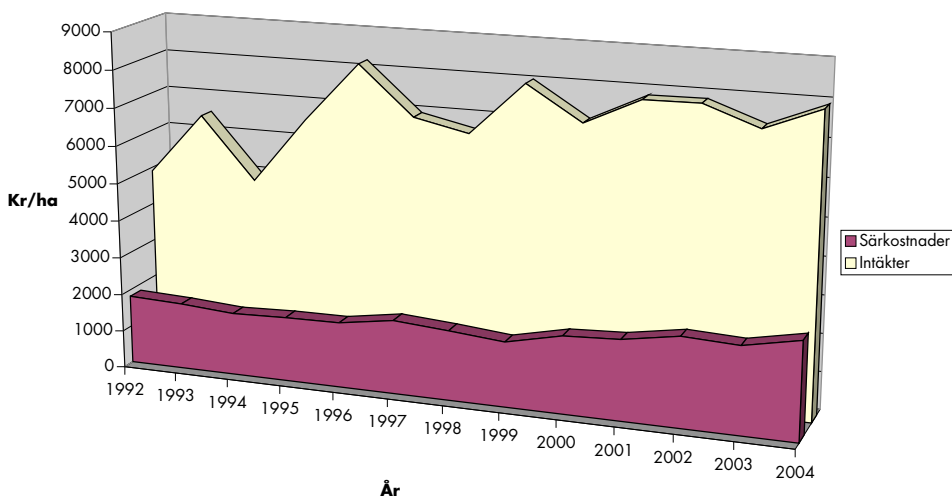
17b Genomsnittligt TB1, 1992-2004



17c **Kostnader och intäkter i EKO, 1992-2004**

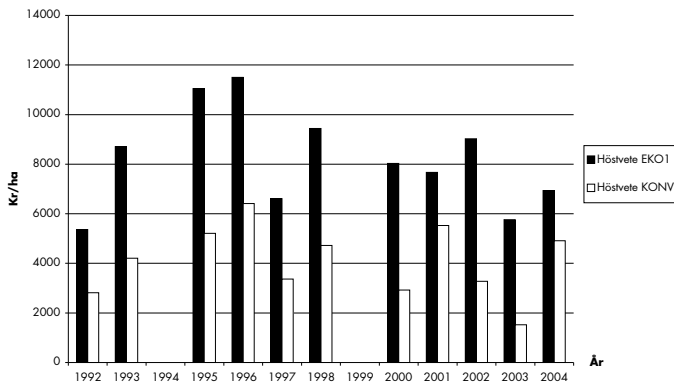


17d **Kostnader och intäkter i KONV, 1992-2004**

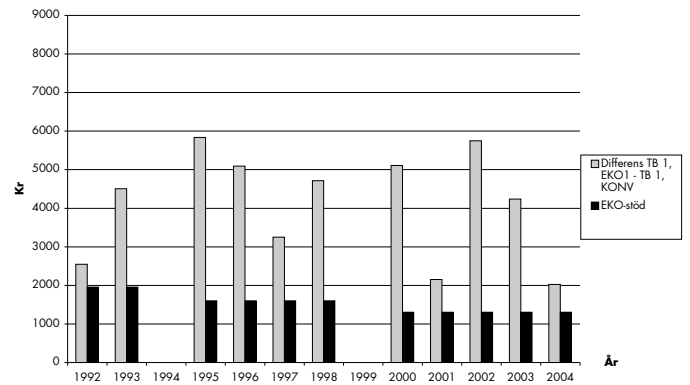


Figur 17a-d. Ekonomisk jämförelse mellan KONV- och EKO-systemet (a) mellan växtföljdsomloppens TB1, 1992-1994, 1995-1999, 2000-2004, (b) Genomsnittligt TB1, 1992-2004, (c) Genomsnittliga kostnader och intäkter i den ekologiska växtföljden, 1992-2004. (d) Genomsnittliga kostnader och intäkter i den konventionella växtföljden, 1992-2004.

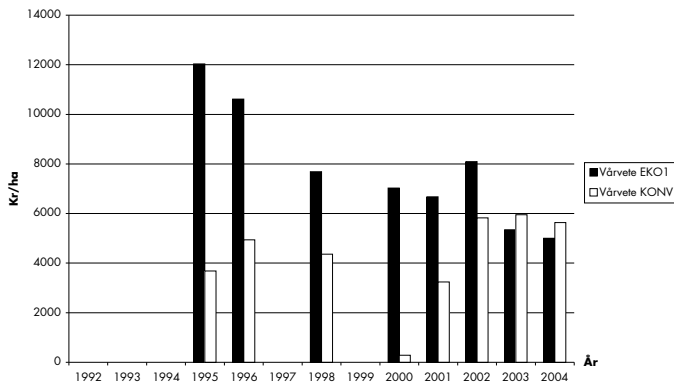
18a **Höstvete 1992-2004**



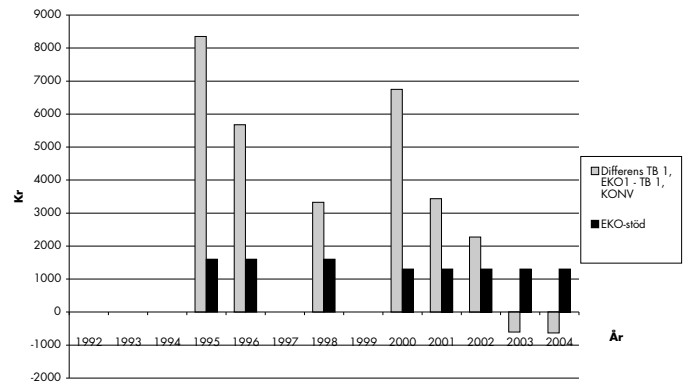
18b **Differens höstvete 1992-2004**



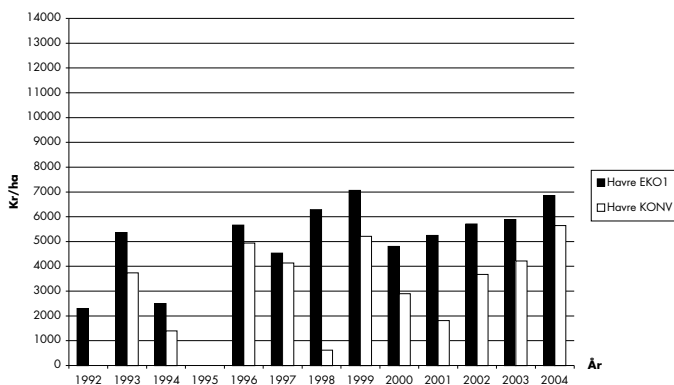
18c **Vårvete 1995-2004**



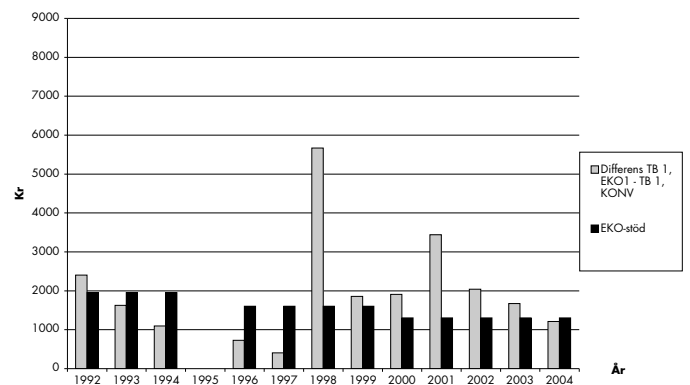
18d **Differens vårvete 1995-2004**



18e **Havre 1992-2004**



18f **Differens havre 1992-2004**



Figur 18a-f. (a) Jämförelse av TB1, mellan EKO- och KONV-odlat höstvete, 1992-2004. (b) Differens i TB1, mellan EKO- och KONV-odlat höstvete samt ekostöd, 1992-2004. (c) Jämförelse av TB1 mellan EKO- och KONV-odlat vårvete, 1995-2004. (d) Differens för TB1, mellan Eko- och KONV-odlat vårvete, 1995-2004. (e) Jämförelse av TB1, mellan EKO- och KONV-odlad havre, 1992-2004. (f) Differens i TB1, mellan EKO- och KONV-odlad havre, 1992-2004.

även utan ersättning. År 1997 var ett riktigt dåligt år för den ekologiska odlingen. Då skedde en övergång från den sexåriga växtföljden med två spannmålsår efter klövervallen, där havren kom som nummer två efter vete, till den femåriga. Dessutom var det torra förhållanden med ihållande torka under juli-augusti 1997, som ledde till brådmognad.

Förstaårsvallarna för ekologisk produktion har haft en positiv utveckling under 1995-1999 (nätilaga 20a). Från och med 2000 sjönk det ekologiska stödet för vall från 1600 kr till 500 kr. Istället blev det ekologiska stödet kopplat till djurproduktionen. Ersättning för ekologisk djurhållning lämnas i form av extra ersättning för ekologiskt odlad betes- och slåttervall samt grönfoder. En djurenhet kvalificerar till ersättning för ett hektar. Ersättningen uppgår till 1700 kr/DE, men hänsyn till detta har ej tagits i denna utvärdering. Differensen i TB 1, mellan ekologiskt och konventionellt odlad vall I framgår av nätilaga 20b. År 2000 sänktes, enligt ovan, den ekologiska ersättningen till 500 kr/ha, samtidigt som de sämre skördarna i den ekologiska Vall I inverkade negativt på den ekonomiska utvecklingen. Inte under något enskilt år mellan 2000 och 2004 har den ekologiska vallodlingen lyckats komma upp i acceptabel lönsamhetsnivå jämfört med den konventionella (nätilaga 20a-d). Angrepp av Allmän rotröta på rödklöver har troligen också påverkat avkastningen under den andra hälften av försöksperioden.

Proteingrödor har enbart odlats i den ekologiska växtföljden (nätilaga 20e). I den här figuren visas ärtornas TB 1 under åren 1992-1996 samt år 2004. De varierande skördarna beror på väderleken i kombination med angrepp av ärtrotröta, som tidigare diskuterats i rapporten. Därefter odlades åkerböna 1997-1999, 2001 och 2003 (nätilaga 20e), eftersom denna baljväxt ansågs och alltjämnt anses vara mer motståndskraftig mot denna växtföljdssjukdom. Den ekologiska ersättningen var 1992-1994, 1950 kr/ha, sjönk sedan till 1600 kr/ha 1995-1999, och härefter till 1300 kr/ha. Åren 2000 och 2002 odlades inga proteingrödor på Kvinnersta, men år 2004 prövades ärtodlingen på nytt, eftersom skifte 24b relativt säkert kunde odlas med ärter (index 11). Skörden blev över medelskörd (tabell 1).

En översiktlig sammanställning över TB1 i EKO-växtföljden kan avläsas i nätilaga 21a och i KONV-växtföljden i nätilaga 21b. I nätilaga 22 finns ingångsvärden att användas vid bidragskalkylering (EKO), a) står för beräkningsgrunden för år 1992 med varje enskild gröda i växtföljden, b) står för 1993 o.s.v. I nätilaga 23 finns motsvarande ingångsvärden för KONV.

3. 7 HÄLSOASPEKTER

3.7.1 Specialstudier i höstvete

Ett par specialstudier i höstvete har genomförts. Vetets innehåll av spårämnen (L-Baekström et al., 2006b), samt vetets innehåll av vitaminer (Lundegårdh & L-Baekström, manuskript inlämnat till Acta Agriculture Scandinavica, 2008). Försöken har varit utlagda i EKO- och KONV-systemet.

Den första studien handlar om: " Effekten av N-dos och mognadsstadium och hur de påverkar innehållet av Fe, Co, Cr, Ni, Se och N-koncentration samt förekomst av svampangrepp på höstvetekärnan från konventionellt och ekologiskt odlingsystem".

Veteavkastningen påverkas av väder, odlingsystem och N-dos. Det fanns ett samspel mellan år och system så att avkastningen i EKO var lägre än i KONV åren 1999 och 2001 men inte år 2000. Avkastningen av KONV-vete tycktes vara mer känslig för kyla och regnig juli, vilket ledde till en lägre skörd år 2000 och en ökning av kvävekonzentrationen i den konventionella halmen. Avkastningen var starkt positivt korrelerad med totalt upptag av N och Fe till kärnan utom för det konventionella 2000.

Vid samma N-dos var det totala upptaget av N i EKO-vetet lägre än för KONV, vilket gav upphov till en lägre skörd. Det är inte allt N, som tillförs EKO-systemet som blir växttillgängligt under vegetationsperioden. Avkastning i relation till totalt upptag av N var likartat i EKO och KONV utom år 2000, när det beräknade växttillgängliga kvävet i marken var det samma i båda systemen.

Principalkomponentanalys (PCA) av siffermaterialet visade att året hade störst inflytande på resultatet, men att odlingsystemen påverkade N-, Ni-, Fe- och Se-innehållet och förekomsten av sjukdomar. Attacken av *D. tritici-repentis* var högst i EKO och attacken av *S. nodorum* var högst i KONV. Ökande mognadsgrad ökade angreppet av svampsjukdom och Fe-innehåll. Variansanalys och MANOVA visade att veteavkastningen påverkades av väder (nederbörd och temperatur), odlingsystem och N-giva. N, Fe, Ni, Se och Co-innehåll i kärnan påverkades av år, medan torrsubstansen var signifikant lägre i EKO än i KONV. MANOVA-analysen identifierade korrelationer mellan Co och Fe, samt mellan Ni och Se. Vete från EKO-systemet innehöll mer Fe och Se och mindre Ni och N per kg Ts än KONV. Hög nederbörd och temperatur i maj och juni minskade Fe-konzentrationen i KONV-vetet. Hög nederbörd och låg temperatur i juli minskade det totala upptaget av Fe i KONV-vetet och ökade det totala upptaget av Fe i EKO-vetet. Dessa skillnader i känslighet i nederbörd och temperatur mellan systemen gav upphov till en högre koncentration av Fe i EKO-vetet än i KONV 1999 och 2000 men ej 2001. Förekomst av svampsjukdomar påverkades främst av

väder, mognadsstadium och N-dos. EKO-systemet ökade Fe- och Se-upptaget och minskade *S. nodorum* attacken, men ökade attacken av *D. tritici-repentis*.

Med tanke på dagens debatt om bl.a. Fe- och Se-fattiga jordar så kan detta leda till en ökad risk för allvarliga bristsjukdomar hos både människor och djur. Det tycks i vår studie som om det fanns mer järn och selen i det ekologiskt odlade vetet än i det konventionella, vilket är värdefullt i detta sammanhang. Skillnaderna är inte så stora, men eftersom vår kost till 10 % består av vete blir de betydelsefulla.

Den andra studien handlar om: "Fullmogna höstvetekärnor från Kvinnersta och deras innehåll av tokokromanolerna: alfa-tokoferol, gamma-tokoferol, alfa-tokotrienol och beta-tokotrienol". Halterna varierade med åren (nederbörd i maj och juni höjde halten gamma-tokoferol), men också med mognadsstadium och N-giva. Halten tokokromanol ökade med ökad N-giva och det fanns en svag korrelation mellan skörd och alfa-tokoferol. Fullkornsvetet innehöll betydligt högre mängd tokokromanoler än karotenoider och halterna ökade från MM till FM för 4 av 5 tokokromanoler. KONV-vetet innehöll mer tokokromanoler än EKO-vetet.

Höstvetet innehöll lutein, som var 13-21 ggr högre än halten betakaroten. Liksom för tokokromanolerna varierade mängden med extrema väderleksförhållanden. KONV-vetet innehöll i medeltal 45 % högre halt av karotenoider än EKO-vetet. En ökad kvävegiva hade enbart marginella effekter på innehållet av karotenoider. Tvärtemot tokokromanolerna så fanns det ett starkt samband mellan system och år för karotenoiderna, men inget samband mellan behandling och år. Vetets karotenoider påverkades kraftigt under dess mognad. Halterna sjönk från MM till FM.

3.8 SLUTSATSER

Odlingssystemen för mjölkproduktion, ekologiskt (EKO) och konventionellt (KONV), har samma geologiska bakgrund, härrör från samma mjölkgård och har lika väderbetingelser, vilket möjliggör jämförelser.

PLS-analyser visade att väderleken har stor betydelse för resultaten, kanske den största av samtliga påverkande faktorer på grödans avkastning och kvalitet. Vädret påverkade KONV- och EKO-höstvetet olika. Hög temperatur i maj ökade kärnskorde i EKO men hade motsatt effekt i KONV. Förfruktsvärdet i kg N/ha efter vallbrott i vall II samspelade med hög skörd i EKO-vete, men hade ingen inverkan i KONV

Klöverhalten i vallarna har stor betydelse för förfruktsvärdet. Halten var betydligt högre i vall I än i vall II och genomsnittligt högre i EKO än i KONV. Variationen var dels beroende av nederbörds mängden främst under anläggningsåret, dels beroende av angrepp av Allmän rotröta på klöver (*Fusarium* root rot). Hotbilden är *Fusarium*-svamparna som också angriper vete samt bidrar till att ärter lättare angrips av ärtrotröta. Samtliga tre grödor ingick EKO-växtföljderna på Kvinnersta och det finns inga resistent sorter.

Avkastningen i vall I till vall III var högre i KONV än i EKO. Det fanns signifikanta skillnader avseende vallkvaliteten (klöverhalt till fördel för EKO, råprotein till fördel för KONV samt Smb råprotein och NDF till fördel för KONV).

Växtföljdssjukdomen ärtrotröta fanns på Kvinnersta när projektet startade 1992. Hög ärtskörd erhöles 1995 på skifte 21 (ekoodlat i 20 år, 2004) trots att jordanalysen uppvisat ett högt sjukdomsindex (47). Kan det 1995 ha skett en balans mellan nytto- och skadesvampar? Medelskorde av ärt på Kvinnersta utgjorde 64 % av skörden på Karlslund (ingen ärtodling sedan -60-talet). Åkerbönan fick ersätta ärt på Kvinnersta. Medelskorde blev lägre än för ärt, vilket tyder på att åkerbönan är lika känslig för ärtrotröta.

Avkastningen av höst- och vårvete skiljde sig signifikant åt mellan EKO och KONV, 84 % respektive 72 % skörd i EKO av konventionell skörd. Råproteinhalten var också signifikant högre +1,2 procentenheter i KONV jämfört med EKO-höstvete. Motsvarande värde för vårvete var +0,7 procentenheter. Avkastningen av havre var signifikant högre i KONV jämfört med EKO (58 % av KONV). Råproteinhalten var lika hög i båda odlingssystemen.

Specialstudierna om vetekvalitet visade att KONV-systemet var signifikant bättre än EKO ($p < 0,05$) med hänsyn till råproteinhalt, våtgluten, farinogram degstabilitet, degnedbrytning, degavkastning och brödvolum. Kvävet var den mest begränsande faktorn i EKO-systemet. Aminosyra-

sammansättningen (AS) både i höst- och vårvete skiljde sig mer mellan åren än mellan odlingssystemen. De essentiella AS, treonin och leucin i vårvete var signifikant högre i EKO. Det fanns en positiv korrelation mellan fenylalanin, histidin, lysin och goda bakningsegenskaper.

Två specialstudier har genomförts i höstvete med hänsyn till hälsoaspekter. Den första handlade om spårämnesförekomst i höstvetekärnor. PCA-analys visade att året hade störst inflytande på resultatet, medan odlingssystemen påverkade N-, Ni-, Fe- och Se- innehållet och förekomsten av sjukdomar. Veteavkastningen påverkades av väder, odlingssystem och N-giva. Vete från EKO-systemet innehöll mer Fe och Se och mindre Ni och N per kg Ts än KONV. Attacken av *D. tritici-repentis* var högst i EKO och attacken av *S. nodorum* högst i KONV. Svampsjukdomarna påverkades främst av väder, mognadsstadium och N-dos. Ökande mognadsgrad ökade angreppet av svampsjukdom och Fe-innehåll.

Den andra studien handlade om två viktiga antioxidanter i växtriket. I studien undersöktes vilken effekt N-dos, mognadsstadium och sjukdomar hade på innehållet av de båda antioxidanterna. Halterna varierade med åren, mognadsgrad och N-giva. Fullkornsvetet innehöll betydligt högre mängd tokokromanoler (E-vitaminer) än karotenoider och halterna av tokokromanoler ökade med högre N-giva och från mjölmognad (MM) till fullmognad (FM). KONV-vetet innehöll mer tokokromanoler än EKO-vetet. Höstvetet innehöll lutein, som var 13-21 ggr högre än halten beta-karoten. Mängden varierade med väder och KONV-vetet innehöll i medeltal 45 % högre halt av karotenoider än EKO-vetet. Vetets karotenoider påverkades kraftigt under dess mognad. Halterna sjönk från MM till FM.

Växtnäringsbalanserna visade ett underskott på 3 kg P/ha (KONV) respektive 2 kg P/ha (EKO). Det var ett ringa överskott av K-AL i KONV (1,1 kg/ha) och ett litet underskott i EKO (2,5 kg/ha). Efter omläggning till EKO var pH-förändringen över åren relativt liten på samma sätt som i KONV.

Regressionen av samtliga EKO-skiftens tidsförändring (K-AL), över den 25-åriga försöksperioden, visade ett signifikant positivt samband ($p < 0,0001$). I denna analys fanns ett nästan signifikant samspel ($p < 0,067$) mellan K-AL-förändring och skifte, vilket speglar att trenderna skiljde sig mellan de olika skiftena. Sju av åtta EKO-skiften visade en minskning av P-AL i marken, men minskningen var endast signifikant på ett skifte. Tyder detta resultat på att det tar två decennier för att kunna avläsa förändringar i markens näringsinnehåll?

Växtnäringsbalansen visade först ett underskott av kväve i EKO vid de första analyserna, men senare ett litet överskott. I KONV var kväveba-

lansen positiv under hela perioden och ökade fram till år 2000, där den stabiliserade sig.

Resursbevarande odlingssystem avseende kvävehushållning och kväveeffektivitet jämfördes i EKO- och KONV-höstvete. Kväveeffektiviteten beräknad som N-upptaget i hela plantan i relation till tillfört N i gödsel, var 74 % i KONV, i EKO1 81 % och i EKO2 73 %. Kväveeffektiviteten i skördad höstvetekärna var 44 % i KONV, 49 % i EKO1 och 39 % i EKO2 (system utan djurhållning).

Det dominerande ogräset i höst-och vårvete i KONV och EKO var kvickrot. Mängden kvickrot var lika stor i båda systemen i höstvete, medan det i vårvete förekom 30 % mer kvickrot i EKO än i KONV. Även åkerpilört och våtarv förekom rikligt i båda systemen i höst-och vårvete. Under hela första växtföljdsomloppet fanns förhållandevis litet ogräs i EKO. I EKO2 dominerade åkertistel och fettistel. Totalt sett gällande alla ogräsarter fanns en signifikant skillnad mellan odlingssystemen i höstvete. I vårvete var skillnaden svagare. Det var större mängd ogräs i EKO än i KONV. Det var betydligt större mängd ogräs i vårvete än i höstvete

Den enda svampsjukdom, som avvek i någon omfattning var bladfläcksjuka i vete. Angreppen var kraftigast i höstvete och minst i havre. Det fanns ingen skillnad i angreppsgrad mellan odlingssystemen.

Den lusart, som orsakade mest skada var havrebladlusen. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan odlingssystemen avseende angrepp i höst- och vårvete. Däremot skillnad mellan systemen i havre med tre gånger så stort angrepp i KONV- som i EKO-havre.

Det fanns en klar och tydlig skillnad mellan odlingssystemens ekonomi, trots sjunkande grödpriser och ekostöd. Studien presenteras i tre växtföljdsomlopp. EKO-produktionen har genomgående haft ett högre TB1 och var därmed mer lönsam än KONV. Avståndet mellan de båda odlingsformerna har dock minskat över tiden.

EKO-höstvetet har gett ett betydligt högre TB1 än KONV. EKO-vårvetets utveckling har varit negativ. Priset på EKO-vetet har under det tredje omloppet sjunkit med 41 %, medan motsvarigheten för KONV var 9 %. EKO-havren har haft ett högre TB1 än KONV.

Förstaårsvallarna har haft en positiv utveckling under 1995-1999. År 2000 sjönk EKO-stödet från 1600 kr till 500 kr/ha, vilket inverkade negativt på den ekonomiska utvecklingen

Forskningsbehov

Fleråriga studier avseende vetets innehåll av spårämnen och vitaminer behövs, eftersom det finns alldeles för få forskningsresultat att tillgå. Koststudier i samarbete med medicinare skulle öka vår kunskap om vilka livsmedel, odlade i olika odlingsystem, som är mest hälsosamma.

Forskningen bör lägga särskild tyngdpunkt på markbiologi och förslagsvis den arbuskulära mykorrhizan (AMF), eftersom flera markbundna parasiter exempelvis *Fusarium*-släktet orsakar skador på både rötter kärlsträngar. Detta har intresserat flera forskare, som funnit att växtpatogener i samspel med AMF kunnat reducera skadan. Mer forskning är av betydelse!

Nya kvävefixerande arter behövs, som är motståndskraftiga mot de nämnda växtföljdssjukdomarna och fler konkurrenskraftiga grödor, främst mot roto-gräs, med tanke på vädret, som enligt SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) spås bli nederbördsrikare och varmare särskilt under vintern och i Mellansverige.

Miljöaspekter

I EKO-systemen används ingen handelsgödsel och inga kemiska bekämpningsmedel vilket gynnar "renare" produkter och miljö. Vi vet för litet om de kemikalier som används idag inom KONV och hur de i framtiden kommer att påverka människors och djurs hälsa (se Förordet till rapporten). Forskare har upptäckt att åkerjordar som fått NPK-gödsel är utarmade på spårämnen exempelvis järn (Fe) och selen (Se). En av våra studier har visat att det finns mer Fe och Se i EKO-vetet.

Studien om kväveeffektivitet visade att stora oanvända mineralkvävereserver samspelade med stor kväveskörd i KONV-vetekärnan, som skiljde KONV från EKO. Utlakningsrisken var större och kväveeffektiviteten lägre i KONV-vetet .

Risken för det konventionella odlingsystemet är bl.a. dess beroende av råfosfat, kalisalt och olja. Denna sårbarhet och det ekologiska systemets hanterbarhet får mig att tro på ekosystemets ekonomiska uthållighet. Det ekologiska odlingsystemet är slutligen jordbrukets svar på "en bättre miljö".

Från 2009 01 01 är min tillhörighet Örebro Universitet, som docent.
E-post: gard.baekstrom@hotmail.com

REFERENSER

- Aasbo, B., Steinsham, H., Krogstad, T. & Thuen, E. 1999. Changes in phosphorus and potassium content of topsoil on conversion to organic dairy production. *Nordisk Jordbruksforskning* 81, 152.
- Abdulla, M. & Gruber, P. 2000. Role of diet modification in cancer prevention. *Biofactors* 12, 45-51.
- Alloway, B.J. 2004. Bioavailability of elements in soil, in *Essentials of Medical Geology*, ed. by Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U. Academic Press, London, pp. 347-372.
- Anderson, R.C., Liberta, A.E., Dickman, L.A. 1984. Interaction of vascular plants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi across a soil moisture-nutrient gradient. *Oecologia* 64, 111-117.
- Asdal, Å. & Bakken, A. K. 1999. Nutritional balances and yields during conversion to organic farming in two crop rotation systems. In Olesen, J. E., Eltun, R., Gooding, M. J. Jensen, E. S. & Köpke, U. (eds), *Designing and testing Crop Rotations for Organic Farming*. FÖJO Report no 5, pp. 125-132.
- Askegaard, M. & Eriksen, J. 2000. Potassium retention and leaching in an organic crop rotation on loamy sand as affected by contrasting potassium budgets. *Soil Use and Management* 16, 200-205.
- Askegaard, M. & Mikkelsen, G. 1995. Naeringsstoffbalancer på bedriftsnivå i økologisk jordbruk. In: Olesen, J. E. & Vester, J. (eds.). *Naeringsstoffbalancer og energiforbrug i økologisk jordbruk. Fokus på kvaegbedrifter og planteavl*. Landbruks- og fiskeriministeriet. Statens planteavlsforsøg. Rapport 9, 75-83.
- Avtsyn, A.P. 1990. An insufficiency of essential trace elements and its manifestations in pathology. *Arkh. Patol.* 52, 3-8 (in Russian).
- Azcon-Aguilar, C. & Barea, J.M. 1992. Interactions between mycorrhizal fungi and other rhizosphere micro-organisms. In: Allen M.J., ed. *Mycorrhizal functioning: an integrative plant- fungal process*. New York: Chapman & Hall, 163-198.
- Bakken, A.K., Breland, T.A., Haraldsen, T.K., Aamlid, T.S. & Sveistrup, T.E. 2006. Soil fertility in three cropping systems after conversion from conventional to organic farming. *Acta Agric. Scand., Section B-Soil and Plant Science*, 56, 81-90.

- Barea, J. M., Andrade, G., Bianciotto, V., Dowling, D., Lohrke, S., Bonfante, P., O'Gara, F. & Azcon-Aguilar, C. 1998. Impact on Arbuscular Mycorrhiza Formation of Pseudomonas Strains Used as Inoculants for Biocontrol of Soil-borne Fungal Plant Pathogens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64 (6), 2304-2307.
- Bertilsson, G., Öborn, I. & Andrist, Y. 2008. Växtnäring. Pp 79-109. I: *Miljömedvetna och uthålliga odlingsformer, 1987- 2005*, av Gissén, C. & Larsson, I. Rapport 2008.1, Alnarp.
- Bodker, L. & Larsson, M. 1993. Ärtrottröta. Faktablad om Växtskydd, Jordbruk. Nr/ avsnitt: 68 J.
- Bolling, H., Gerstenkorn P. & Weipert, D. 1986. Vergleichende Untersuchungen zur Verarbeitungsqualität von alternativ und konventionell angebautem Brotgetreide. *Getreide, Mehl und Brot* 40 (2), 46-51.
- Bossio, D.A., Scow, K.M., Gunapala, N. & Graham, K.J. 1998. Determinants of soil microbial communities: effects of agricultural management, season, and soil type on phospholipid fatty acid profiles. *Microb. Ecol.* 36,1-12.
- Budi, S. W., van Tuinen, D., Martinottis, G. & Gianinazzi, S. 1999. Isolation from the Sorghum bicolor mycorrhizosphere of a bacterium compatible with arbuscular mycorrhiza development and antagonistic towards Soilborne Fungal Pathogens. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, 5148-5150.
- Combs, Jr G.F. 2004. Geological impacts of nutrition, in *Essentials of medical Geology*, ed. By Selinus, O., Alloway, B.J., Centeno J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U. Academic Press, London, pp. 161-177.
- DeCosse, J.J., Miller, H.H. & Lesser, M.L. 1989. Effect of wheat fiber and vitamins C and E in rectal polyps of patients with familial adenomatous polyposis. *J. Natl. Cancer Inst.* 81 (17), 1290-1297.
- Delin, K., Helander, C-A. & Lidberg, J. 2002. Ekologisk odling på Logården. Hushållningssällskapet Skaraborg. Rapport nr 2.
- Djurle A. 1996. Glume blotch, wheat, weather and field conditions. Dissertation. Department of plant pathology, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Dlouhý J. 1981. Alternativa odlingsformer-växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. *Inst. för växtodling. Plant Husbandry* 91 (in Swedish, summary in English, pp. 126-133).

- Edmeads, D. 2003. Long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 66, 165-180.
- Einhorn, J. & Steineck, G. 1991. Tumörsjukdomar. Ur Folksjukdomar och deras orsaker, 73-93. Stockholm: Allmänna Förlaget.
- Ekmekcioglu, C. 2001. The role of trace elements for the health of elderly. *Nahrung* 45 (5), 309-316.
- Eltun, R., Korsæth, A. & Nordheim, O. 2002. A comparison of environmental, soil fertility, yield, and economical effects in six cropping systems based on an 8-year experiment in Norway. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90, 155-168.
- Engqvist, G. 1986. Ärtrotträta. Faktablad om Växtskydd 42 J. SLU Info, Uppsala.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C. & Clark, R.B. 2002. Micronutrients in crop production. *Adv. Agron.* 77, 185-268.
- Filion, M. & Fortin, J. A. 1999. Direct interaction between the arbuscular mycorrhiza fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms. *New phytologist* 141, 525-533.
- Frankow-Lindberg, B. E. 1989. The effect of nitrogen and clover proportion on yield of red-clover-grass mixtures. XVI International Grassland Congress. Nice. 173-174.
- Fredriksson, H., Salomonsson, L. & Salomonsson, A.C. 1997. Wheat cultivated with organic fertilizers and urea: Baking performance and dough properties. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science* 47 (1), 35-42.
- Genc, Y., Humphries, J.M., Lyons, G.H. & Graham, R. D. 2005. Exploiting genotypic variation in plant nutrient accumulation to alleviate micronutrient deficiency in populations. *Molecular Plant Breeding* CRC, Waite Campus, PMB 1, Glen Osmond SA 5064, Australia. yusuf.genc@adelaide.edu.au
- Gerstenkorn, P. 1992. Vergleich zwischen alternativ und konventionell angebauten Brotgetreide. In Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V: Bericht über die Detmolder Studientage von 19-21 Februar 1990, Granum Verlag, pp. 10-19 (in German).

- Gissén C. & Larsson, I. 2008. Miljömedvetna och uthålliga odlingsformer 1987-2005. Rapport från det tredje växtföljdsomloppet 2000-2005 i de skånska odlingsystemförsöken. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Rapport 2008:1, SLU, Alnarp.
- Graglia, E., Melander, B. & Jensen, R.K. 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. Weed research. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd 2006 Aug., 46(4).
- Granstedt, A., 1990. Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Alternative Agriculture, 4, 271.
- Granstedt, A. 1992. Case studies on the flow and supply of nitrogen in alternative farming. I. Skilleby-farm 1981-1987. Biological Agriculture and Horticulture, 9, 15-63.
- Granstedt, A. 1995. The mobilization and immobilization of soil nitrogen after green manure crops. In Proc. Third International Conference, Soil management in Sustainable Agriculture, 31 August-4 September 1993. University of London, Wye College, U.K. p. 265-275.
- Granstedt A. & Westberg, L. 1993. Växtnäringsflöden och naturresurshushållning i svenskt jordbruk och samhälle – nuläge och framtidsmöjligheter. Redogörelse för ett projekt finansierat av Forskningsrådsnämnden. Avd. för ekologiskt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Granstedt, A. & L-Baekström, G., 1998. Studier av vallens förfruktsvärde i ekologisk odling. – Resultat från två försöksplatser i Mellansverige. Inst. för Växtodlingslära, SLU, Uppsala. Rapport nr. 25.
- Granstedt, A. & L-Baekström, G. 2000. Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. American Journal of Alternative Agriculture. Vol 15 (2), pp. 68-78. Washington University.
- Greenwald, P. & Witkin, K. 1989. Familial Adenomaous Polyposis: A Nutritional Intervention Trial. Journal of the National Cancer Institute.
- Hambidge, M. 2003. Biomarkers of trace mineral intake and status. J. Nutr., 133 (3), 948-955.
- Hammond-Kosack, K. E. & Jones, J.D.G. 1996. Inducible plant defence mechanisms and resistance gene function. The Plant Cell 8, 1773-1791.

- Hanell, U., L-Baekström, G. & Svensson, G. 2004. Quality Studies on Wheat Grown in Different Cropping Systems: a Holistic Perspective. *Acta Agric. Scand., Section B-Soil and Plant Science*, 54 (4), pp. 254-263.
- Hansen, S. 1997. Effekt av kjørebelastning og gödsling på avling, jord og næringsforsyning, i næringsfattig og pakkingutsatt jord. In Eltun, R. & Serikstad, G. L. (eds.): *Resultaten fra Norges Forskningsråds Forskningsprogram 1992-1996*. Forskningsutvalget for økologisk landbruk, Norsk senter for økologisk landbruk. Tingvoll pp. 55-60.
- Hansen, B., Fjelsted Alroe, H. & Kristensen, E.S. 1999. Environmental impacts from organic farming. Contribution at session 1: Environmental impacts of Organic Agriculture. Environmental impacts on water, air, soil, biodiversity, landscape systems, organic agriculture as part of environmental strategies; integrated measures. EU-conference, MAY 27.
- Harborne, J. B., Baxter, H. & Moss, G. P. 1999. *Phytochemical Directory: Handbook of bioactive Compounds from Plants*, 2nd edn. Taylor & Francis, London, 976 pp.
- Hedene, K-A. & Olofsson, B. 1994. *Skadegörare på lantbruksgrödor*. LTs Förlag Stockholm.
- Heyman, F. 2008. Mechanisms of soil influence of *Aphanomyces* root rot disease. Mykopat. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Hooker, J.E., Jaizmmme-Vega, M. & Atkinson, D. 1994. Biocontrol of plant pathogens using vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: *Impact of Arbuscular mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystem* (eds.), Gianinazzi, S. & Scheupp, H. Birkhauser Verlag Basel, Switzerland, pp. 191-200.
- Håkansson, S. 1969. Experiments with *Agropyron repens*. Temperature and light effects on development and growth. *Lantbrukshögskolans annaler* 35, 953-987.
- Håkansson, S. 2003. *Weeds and Weed Management on Arable Land*. Library of Congress Cataloging- in Publication Data. Biddles Ltd, Guildford, and Kings dynm, UK.
- Ivarson J., Gunnarsson A., Hansson E., Folkesson Ö., Andersson I.L., Fogelfors H., Lundkvist A. 2001. Försök med konventionella och ekologiska odlingsformer 1987-1998. Meddelande från Södra Jordbruksforskningsdistriktet. Nr 53.

- Ivarsson, J. & Larsson, I. 2003. Populärvetenskaplig skrift. Jämförelser mellan konventionella och ekologiska odlingssystem. - Resultat från 12 års försök 1987-1998. Hushållningssällskapets rapportserie. Utgåva 1.
- Johansson, E. & Svensson, G. 1998. Yield and protein concentration. Influences of weather on yield in some Swedish wheat cultivars grown during the period 1975-1996. *Swed. J. Agr. Res.* 27, 129-133.
- Johnson, N.C., Zak, D.R., Tilman, D. & Pfleger, F.L. 1991. Dynamics of vesicular-arbuscular mykorrhizae during old-field succession. *Oecologia* 86, 349-358.
- Jonasson, L. 2008. Gödsla mindre – skörda mer. *Lantmannen*, nr 4, 38-39.
- Jonsson, S. 2004. Öjebynprojektet – Ekologisk produktion av livsmedel. Slutrapport (The Öjebynproject – Organic Food production. Final Rapport). Department of Agriculture.
- Kerner, K. & Solberg, S. Ö. 1993. Näringshusholdning i ekologisk landbruk. Del 1: Handelsbalanser for nitrogen, fosfor og kalium på gårdene i 30-bruks-prosjektet. *Faginfo* nr 20 fra Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, pp. 13-32.
- Koske, R.E. 1987. Distribution of VA mycorrhizal fungi along a latitudinal temperature gradient. *Mycologia* 79, 55-68.
- Kristensen, I. S. & Halberg, N. 1995. Markens nettoudbytte, næringsstofforsyning og afgrødetilstand på økologiske og konventionelle kvaegbrug. In Kristensen E. S. (ed.). *Ökologisk landbruk med udgangspunkt i kvaegbedriften*. Bilag till seminar afholdt i Herning Kongrescenter. Landbrugsministeriet. Statens Husdyrbrugsforsøg, Intern rapport 42. pp. 33-51.
- Lager, J. 2002. Soil-borne diseases in intensive legume cropping. Swedish University of Agricultural Sciences. Enheten för växtpatologi och biologisk bekämpning. Dessertation, *Agraria* no 362.
- Lager, J. & Gerhardsson, B. 2002. Pathogenicity of clover root pathogens to pea, bean and lucerne. *Z. Pflanzenk. Pflanzen* 109,142-151
- L-Baeckström, G. 1997. Fallstudie av olika odlingssystem, en jämförelse mellan konventionell och ekologisk odling. Redovisning för åren 1992-1997. (In Swedish). Örebro, Sweden.

- L-Baeckström, G., Hanell, U. & Svensson, G. 2004. Baking Quality of Winter Wheat Grown in Different Cultivating Systems: A Holistic Approach. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24 (1), pp. 53-79.
- L-Baeckström, G. 2005. Uthålliga vallblandningar. Slutredovisning av Ö-projekt inom KULM 3, ekologisk produktion, 2003 – 2005.
- L-Baeckström, G., Hanell, U. & Svensson, G. 2006a. Nitrogen efficiency in an eleven year study of conventional and organic wheat cultivation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37 (3 & 4), pp. 417 – 449.
- L-Baeckström, G., Lundegårdh, B. & Hanell, U. 2006b. The interactions between nitrogen dose, year and stage of ripeness on the nitrogen and trace element concentrations and seed-borne pathogens in organic and conventional wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2560-2578.
- L-Baeckström, G. & Wivstad, M. 2006c. Vallbrottstidpunkter inför sådd av vårvete. Slutredovisning av Ö-projekt inom KULM 3, ekologisk produktion, 2003 – 2005.
- L-Baeckström, G. 2006d. Ekonomisk utvärdering av olika odlingssystem i en trettonårig studie. Ö-projekt inom KULM 3, ekologisk produktion.
- Levenfors, J. 2003. Soil-borne Pathogens in Intensive Legume Cropping – *Aphanomyces spp.* and root rots. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Sueciae. Agraria 393.
- Lindén, B. 1977. Utrustning för jordprovtagning i åkermark: Rapport nr. 112. Avdelning för växtnäringslära. Lantbrukshögskolan: Uppsala, Sweden.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med "Ultunaborren" - för markkartering och framtida kväveprognoser: Rapporter från Avdelningen för växtnäringslära, Lantbrukshögskolan: Uppsala, Sweden. 120.
- Lindh, U. 2004. Biological functions of the elements. In *Essentials of Medical Geology*, Academic Press, London, chapter 6, 46 pp.
- Linderman, R.G. & Paulitz, T.C. 1990. Mycorrhizal-rhizobacterial interactions. In *Biological control of soil-borne plant pathogens*. (Ed. D. Hornby). CAB International, Wallington, UK, pp. 261-283.
- Livsmedelsverket, Livsmedelsdatabaser. 2003. www.slv.se

- Loes, A. K. & Ögaard, A. F., 1997. Changes in the nutrient content of agricultural soil on conversion to organic farming in relation to farm-level nutrient balances and soil contents of clay and organic matter. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 47, 201-214.
- Loes, A. K., Ebbesvik, M., Ström, T. & Vittersö, H. 1999. Solli – en biologisk-dynamisk melkeproduksjonsgård i Vestfold, p. 48. Tingvold, Norway: Norwegian Centre for Ecological Agriculture.
- Loes, A-K. & Ögaard, A. F. 2001. Long term changes in extractable soil phosphorus (P) in organic dairy farming systems. *Plant and Soil* 237, 321-332.
- Loes, A. K. & Ögaard, A. F. 2003. Concentrations of soil potassium after long-term organic dairy production. *International Journal of Agricultural Sustainability* 1, 14-29.
- Lundegårdh, B. & Mårtensson, A. 2003. Organically produced plant foods: evidence of health benefits. Review article. *Acta Agric. Scand. B* 53,3-15
- Lundegårdh, B. & L-Baekström, G. Tocochromanol and carotenoid concentrations in organic and conventional winter wheat as a result of nitrogen dose, year, stage of ripeness and incidence of disease. (Manuskript, inlämnat till *Acta Agric. Scand. B*, 2008).
- Mark, G.L. & Cassels, A.C. 1996. Genotype-dependence in the interaction between *Glomus fistulosum*, *Phytophthora fragariae* and the wild strawberry (*Fragaria vesca*). *Plant and Soil* 185, 233-239.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd edn.). Academic Press, London.
- Moore, J., Hao, Z., Zhou, K., Luther, M., Costa, J. & Yu, L.L. 2005. Carotenoids, Tocopherols, Phenolic Acid and Antioxidant Properties of Maryland-Grown Soft Wheat. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 6649-6657.
- Morris, C., Hopkins, A. & Winter, M. 2001. Comparison of the social, economic and environmental effects of organic, ICM and conventional farming. The Countryside and Community Research Unit and The Institute of Grassland and Environmental Research, Cheltenham.
- Mozafar, A. 1994. *Plant Vitamins: Agronomic, Physiological and Nutritional Aspects*. CRC Press, Boca Raton.

- Myrbäck, A. & Rydberg, T. 2006. Broddharvning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005. Avd. för Jordbearbetning, SLU, nr 11.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. & Niggli, U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296, 1694-1697.
- Nolte, C. & Werner, W. 1994. Investigations on the nutrient cycle and its components of a biodynamically-managed farm. *Biological Agriculture and Horticulture* 10, 235-254.
- Nykänen, A., Granstedt, A., Laine, A. & Kunttu, S. 2000. Yields and clover content of leys of different ages in organic farming in Finland. *Biological agriculture & horticulture* 18 (51), 5-66.
- Oberson, A., Fardeau, J. C., Besson, J.M. & Sticher, H. 1993. Soil phosphorus dynamics in cropping systems according to conventional and biological agricultural soils. *Biol. Fert. Soils* 16, 11-117.
- Oberson, A., Oehl, F., Langmeier, M., Fliessbach, A., Dubois, D., Mäder, P., Besson, J. M. & Frossard, F. 2000. Can increased soil microbial activity help to sustain phosphorus availability? *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference, Basel, Zwitserland*, pp. 27.
- Persson, I. 1998. Ogräsbekämpning i ekologisk odling. Ekobruk Norr, Länsstyrelsen i Gävleborg. Nr: 3
- Pettersson, B. D. 1982. Konventionell und biologisch-dynamisch erzeugte pflanzliche Nahrungsstoffe im Vergleich. In: *Alternativen Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft* 263, 218-228 (in German).
- Pettersson, B. D., Recents, H. J. & Wistinghausen, E. V. 1992. Düngung und Bodeneigenschaften. Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna. Schweden. *Nordisk Forskningsring. Meddelande* 34, Järna. 59 pp.
- Porter, W.M., Robson, A.D. & Abbott, L.K. 1987. Field survey of the distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in relation to soil. *J. Applied Ecology*, 24, 659-662.
- Rosby Center, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI).

- Rufelt, S. 1986. Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för växt- och skogsskydd, Uppsala. Doktorsavhandling. 33s.
- Rutkoveine, V., Baltramaityte, D. & Stancevicius, A. 2000. Integrated research on production systems and product quality. Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference, Basel.
- Ryan, M.H., Derrick, J.W. & Dann, P.R. 2004. Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. *J. Sci. Food Agric.* 84, 207-216.
- Salminen, M. 1999. Ekologisk odling och lin – ett utvecklingsprojekt. Forskningsnytt om ekologiskt lantbruk i Norden. Nr: 1.
- Salomon, E. 1994. Cirkulation av fosfor och kalium – konventionell och ekologisk produktion vid Öjebyn. 8:e regionala lantbrukskonferensen för norra Sverige den 27-28 september 1994, Umeå. SLU, Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport, 8: 1994.
- Salomon, E. 1997. Konventionellt och ekologiskt jordbruk vid Öjebyn – växtnäringsflöden och -balanser. 9:e regionala lantbrukskonferensen för norra Sverige den 17-18 mars 1997, Umeå. SLU, Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 1: 1997.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. 2001. Weed flora in organically grown spring cereals in Finland. *Agricultural and Food Science in Finland* 10, 231-242.
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brumer, G., Hargte, K. H. & Schwermann, U. 1998. Lehrbuch der Bodenkunde. F. Enke Verlag, Stuttgart, Germany. 494 p.
- Soil association Organic Standard, Organic farming, food quality and human health. 2000. A review of the evidence. Soil Association, Bristol.
- STANK in MIND. Växtnäringsbalansberäkningar, Jordbruksverket.
- St-Arnaud, M., Hamel, C., Vimard, B., Caron, M. & Fortin, J.A. 1995. Altered growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Chrysanthemi* in an in vitro dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots. *Mycorrhiza* 5, 431-438.

- Stensgård, P. & Jonsson, S. 2005. Öjebynprojektet – Ekologisk produktion av livsmedel. Jämförelse av ekologisk och konventionell odling avseende skördarnas storlek och sammansättning på Öjebyns forskningsstation under 12 år. Röbbäcksdalen, vol. 2.
- Stockdale, E. A., Lampkin, N. H., Hovi, M., Keatinge, R., Lennartsson, E. K. M., MacDonald, D. W., Padel, S., Tattersall, F. H., Wolfe, M. S. & Watson, C. A. 2001. Agronomic and environmental implication of organic farming systems. *Advances in Agronomy* 70, 261-327.
- Stoltze, M., Piorr, A., Häring, A. & Dabbert, S. 2000. Environmental impacts of organic farming in Europe. In; *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*: University of Hohenheim: Stuttgart, Germany, 6.
- Svenska Cancerkommittén (SOU, 1984:67).
- Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion. The need for sustainable and efficient practices. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, May, 96, 5995-6000.
- Troeh, F.R. & Thompson, L.M. 2005. *Soils and Soil Fertility*, 6th Edition. Chapter 14, Calcium, Magnesium and Sulphur.
- Wallenhammar, A-C., Nilsson-Linde, N., Jansson, J., Stolt, E., & L-Bäckström, G. 2008. Influence of root rot on the sustainability of grass/legume lays in Sweden. *Grassland Science in Europe* 13, 341-343.
- Wallgren, B. & Lindén, B. 1991. Fånggrödors och plöjningstidpunkters inverkan på kväveminerisering och kväveupptagning. SLU, Inst. för Växtodlingslära, Växtodling, 45 (in Swedish).
- Wang, G.M., Stribley, D.P., Tinker, P.B. & Walker, C. 1993. Effects of pH on arbuscular mycorrhiza. 1. Field observations on the long-term liming experiments at Rothamsted and Woburn. *New Phytologist*, 124 (3), 465-472.
- Watson, C.A., Bengtsson, H., Ebbesvik, M., Loes, A.K., Myrbeck, Å., Salomon, E., Schroder, J. & Stockdale, E.A. 2002. A review of farm-scale nutrient budgets for organic farms as a tool for management of soil fertility. *Soil Use and Management* 18 supplement, *Soil Fertility in Organically Managed Soils*, 264-273.
- Woese, K., Lange, D., Boess, C. and Bögl, K.W. 1995. Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. Berlin.

Worthington V. 2001. Nutritional quality of organic versus, conventional fruits, vegetables and grains. J. Altern. Complem. Med. 7,161-173.

Öborn, I., Andrist-Rangel, Y., Askegaard, M., Grant, C. A. & Edwards, A. C. 2005. Critical aspects of potassium management in agricultural production systems. Soil Use and Management 21, 102-112.

Personliga meddelanden/föredrag

Dock Gustavsson, A-M., 2007. Jordbruksverket, Uppsala.

Forsén, L. 2000. Lantbrukare, Glanshammar, Örebro.

Engdahl Axelsson, C. 2007. AnaLyCen, Lidköping.

Haak, E., 1984. Inst. för markvetenskap, SLU.

Haak, E. 1993. Föredrag på KSLA.

Kirchman, H. 2008. Inst. för Markvetenskap, SLU, Uppsala. Föredrag på KSLA

Samuelsson, G. 2001. Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg.

Svantesson, A. 2002. Eco-Trade, Enköping.

BILAGOR

BILAGA 1

Avkastning, råproteinhalt, falltal, tusenkornvikt och hektolitervikt i konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO1) odlingsystem med djurhållning samt skillnaden mellan systemen för (a) höstvetete 1992-2004 och vårvete 1994-2004. (b) Avkastning, råproteinhalt, falltal, hektolitervikt och tusenkornvikt i ekologiskt odlingsystem med djurhållning (EKO1) och system utan djur (EKO2) och skillnaden mellan systemen i vårvete, 1998-2003.

1a: Avkastning, råproteinhalt, falltal, tusenkornvikt och hektolitervikt i konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO1) odlingsystem med djurhållning samt skillnaden mellan systemen för höstvetete 1992-2004 och vårvete 1994-2004.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO1				Differens, KONV-EKO1	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning i höstvetete	kg/ha	13	5366	2471	7658	1456	4504	3244	6050	852	862	0.03
Avkastning i vårvete	kg/ha	11	5046	1186	7494	1787	3623	2764	4512	522	1423	0.02
Råproteinhalt i höstvetete	%	13	11.7	9.8	12.7	0.9	10.5	9.0	13.0	1.1	1.2	0.01
Råproteinhalt i vårvete	%	10	12.7	10.2	14.4	1.5	12.0	10.6	13.0	0.9	0.7	0.08
Falltal i höstvetete	s	13	274	95	360	71	272	130	370	80	2	0.89
Falltal i vårvete	s	10	233	60	365	120	251	62	363	94	-18	0.36
Tusenkorvikt i höstvetete	g	11	37	23	45	7	39	31	46	5	-2	0.08
Tusenkorvikt i vårvete	g	8	34	29	40	4	33	28	36	3	2	0.04
Hektolitervikt i höstvetete	g/l	13	779	619	837	62	788	735	842	29	-9	0.52
Hektolitervikt i vårvete	g/l	10	768	697	806	38	780	738	813	24	-12	0.34

*=Avser antal kompletta par.

**= t-test, parvisa observationer.

1b: Avkastning, råproteinhalt, falltal, hektolitervikt och tusenkornvikt i ekologiskt odlingsystem med djurhållning (EKO1) och system utan djur (EKO2) och skillnaden mellan systemen i vårvete, 1998-2003.

Variabel	Enhet	Antal*	EKO1				EKO2				Differens, EKO1-EKO2	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg/ha	6	3665	2764	4512	720	3368	2759	4139	555	297	0.099
Råproteinhalt	%	6	12.2	11.0	13.0	0.8	11.9	11.2	13.9	1.1	0.3	0.38
Falltal	s	6	247	62	363	110	243	62	324	100	4	0.83
Tusenkorvikt	g	5	33	28	36	3	34	30	37	3	-1	0.32
Hektolitervikt	g/l	6	779	752	804	17	764	717	823	37	15	0.25

*=Avser antal kompletta par.

**= t-test, parvisa observationer.

BILAGA 2

Avkastning, råproteinhalt, hektolitervikt och tusenkornvikt i KONV och EKO1 samt skillnaden mellan systemen för (a) havre 1992-2004, (b) avkastning, råproteinhalt, hektolitervikt, tusenkornvikt och skillnaden mellan EKO1 och EKO2 för havre 1999- 2002.

2a. Avkastning, råproteinhalt, hektolitervikt och tusenkornvikt i KONV och EKO1 samt skillnaden mellan systemen för havre 1992-2004.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO1				Differens, KONV-EKO1	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg/ha	12	4680	1350	8299	1922	2708	1053	5065	1255	1972	<0.0001
Råproteinhalt	%	8	10.9	8.5	14.1	1.7	11.0	8.1	14.3	1.8	-0.1	0.95
Tusenkorvikt	g	8	31	30	35	2	33	30	36	2	-2	0.09
Hektolitervikt	g/l	9	503	460	530	23	508	476	561	26	-5	0.60

*=Avser antal kompletta par.

**= t-test, parvisa observationer.

2b. Avkastning, råproteinhalt, hektolitervikt, tusenkornvikt och skillnaden mellan EKO1 och EKO2 för havre 1999- 2002.

Variabel	Enhet	Antal*	EKO1				EKO2				Differens, EKO1-EKO2	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg/ha	4	2661	1843	3414	655	2807	1928	3444	637	-147	0.10
Råproteinhalt	%	4	10.4	8.1	11.9	1.7	10.8	9.6	12.1	1.2	-0.4	0.52
Tusenkorvikt	g	4	35	33	36	1	32	30	35	2	2	0.24
Hektolitervikt	g/l	4	498	479	516	16	529	482	576	38	-31	0.18

*=Avser antal kompletta par.

**= t-test, parvisa observationer.

BILAGA 3

Skillnader mellan konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO) odlad (a) vall I för olika variabler, 1992-2004, (b) vall II för olika variabler och c) vall III, 1993-1999.

3a. Skillnader mellan konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO) odlad vall I för olika variabler, 1992-2004.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO				Differens, KONV-EKO	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg ts/ha	10	9251	6710	12132	1585	7581	5503	10043	1558	1670	0.01
Klöverhalt	%	13	33	3.5	76	19	69	23	93	23	-36	0.0001
Energi	MJ/kg ts	11	10	9.6	11	0.5	10	9.6	12	0.8	0.02	0.90
Råprotein	g/kg ts	12	139	108	180	22	154	112	178	24	-16	0.13
Smb råprotein	g/kg ts	11	93	69	122	18	117	73	136	21	-24	0.02
AAat	g/kg ts	10	72	68	78	3.2	72	68	80	4.5	-0.7	0.34
PBV	g/kg ts	10	12	-9.0	53	20	29	-23	60	29	-18	0.14
NDF	g/kg ts	7	521	485	561	30	483	405	527	43	38	0.053
Ca	g/kg ts	8	6.8	4.9	8.5	1.2	8.1	4.1	12	2.6	-1.3	0.22
P	g/kg ts	12	2.6	2.0	3.0	0.3	2.8	2.0	3.4	0.4	-0.1	0.27
K	g/kg ts	12	27	23	30	2.0	27	13	34	5.4	0.2	0.90
Mg	g/kg ts	9	1.9	1.6	3.2	0.5	2.0	1.5	2.6	0.4	-0.1	0.51

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

3b. Skillnader mellan konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO) odlad vall II för olika variabler 1993-1999.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO				Differens, KONV-EKO	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg ts/ha	12	9598	7041	12198	1603	7414	4870	9306	1112	2184	0.0007
Klöverhalt	%	12	18	2.8	51	13	34	3.0	60	21	-15	0.01
Energi	MJ/kg ts	11	11	9.7	12	0.6	11	9.8	11	0.6	-0.01	0.91
Råprotein	g/kg ts	10	129	14	153	41	114	13	149	39	15	0.03
Smb råprotein	g/kg ts	10	103	88	122	11	88	67	117	19	15	0.02
AAat	g/kg ts	10	72	68	79	3.8	73	68	80	3.7	-0.7	0.13
PBV	g/kg ts	10	15	-4.5	31	10	1.2	-19	21	16	13	0.03
NDF	g/kg ts	10	556	483	612	51	521	440	587	57	35	0.008
Ca	g/kg ts	9	5.8	3.0	7.2	1.3	6.9	4.6	11	1.9	-1.1	0.26
P	g/kg ts	12	2.7	1.9	3.3	0.4	2.9	2.4	3.5	0.4	-0.2	0.12
K	g/kg ts	12	27	22	32	3.3	27	20	34	4.1	-0.7	0.49
Mg	g/kg ts	10	1.7	1.4	2.2	0.2	1.7	1.3	3.1	0.5	-0.1	0.77

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

3c. Skillnader mellan konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO) odlad vall III för olika variabler 1993-1999.

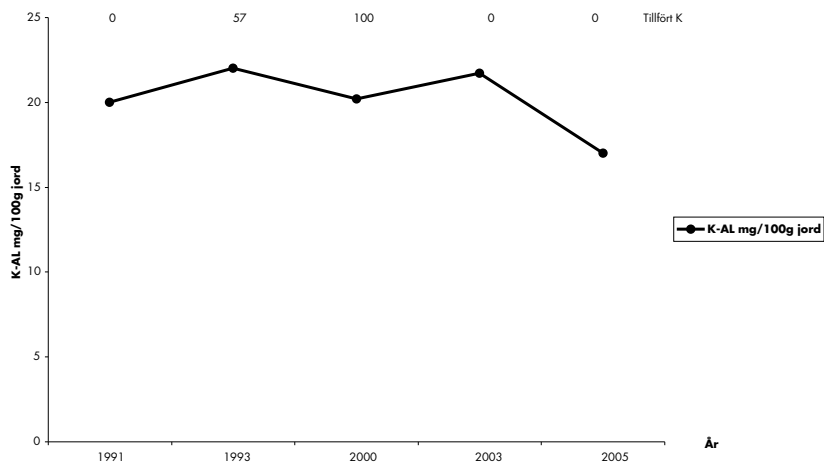
Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO				Differens, KONV-EKO	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Avkastning	kg ts/ha	5	5915	5354	6948	665	4145	3050	5002	757	1770	0.01
Klöverhalt	%	4	5.8	2.0	10	4.4	4.5	3.0	6.0	1.3	1.3	0.50
Energi	MJ/kg ts	4	10	9.9	11	0.4	10	10	11	0.2	0.2	0.30
Råprotein	g/kg ts	2	128	127	128	0.7	94	87	101	9.9	34	0.12
Smb råprotein	g/kg ts	4	92	80	102	9.5	57	47	67	9.7	35	0.006
AAat	g/kg ts	2	73	72	74	1.1	72	71	72	0.7	1.3	0.50
PBV	g/kg ts	3	5.9	3.0	11	4.4	-23	-36	-17	11	29	0.03
NDF	g/kg ts	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	g/kg ts	2	4.3	4.1	4.6	0.3	3.2	3.1	3.2	0.1	1.2	0.09
P	g/kg ts	5	1.3	0.2	2.8	1.4	1.2	0.2	2.7	1.3	0.1	0.13
K	g/kg ts	4	28	23	32	5.1	28	25	30	2.8	0.0	1.00
Mg	g/kg ts	3	1.5	1.4	1.6	0.1	1.1	0.9	1.5	0.3	0.4	0.08

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

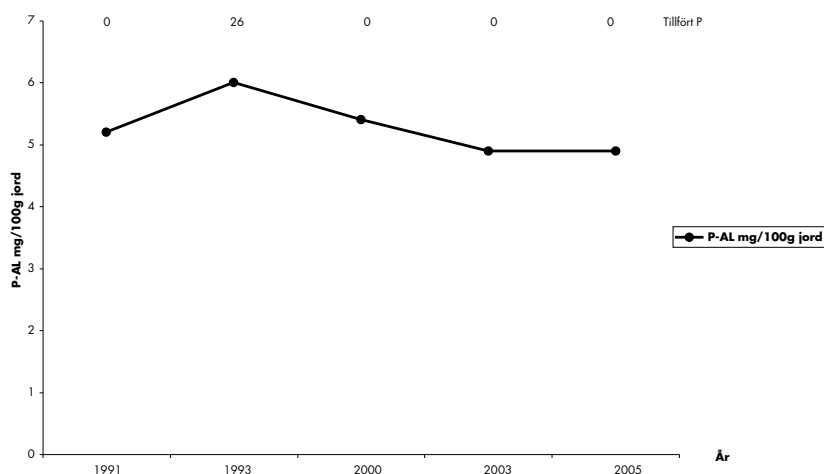
BILAGA 4

(a) Förändring av K-AL, (b) förändring av P-AL och (c) förändring av pH respektive K/Mg-kvoten för skifte 4, samt regressionslinje för (d) K-AL, (e) P-AL och (f) pH.

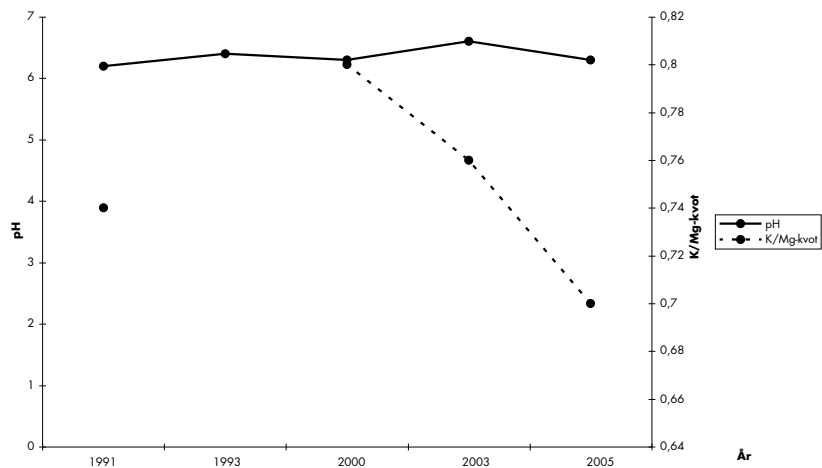
4a. Förändring av K-AL



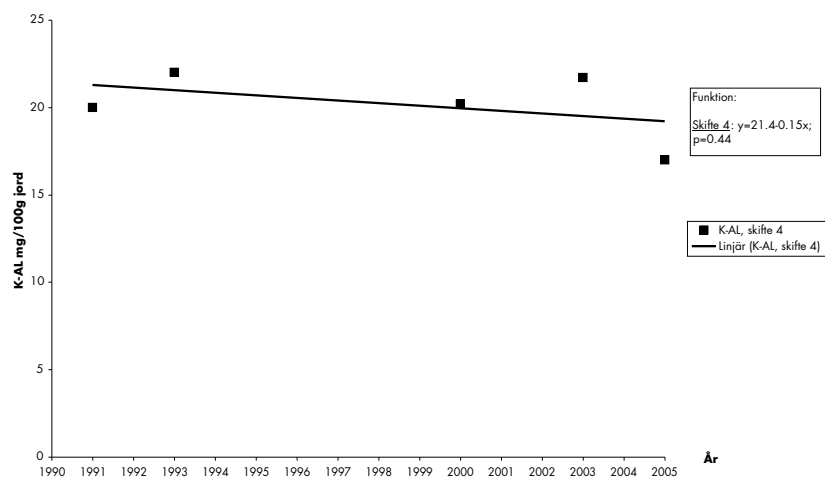
4b. Förändring av P-AL



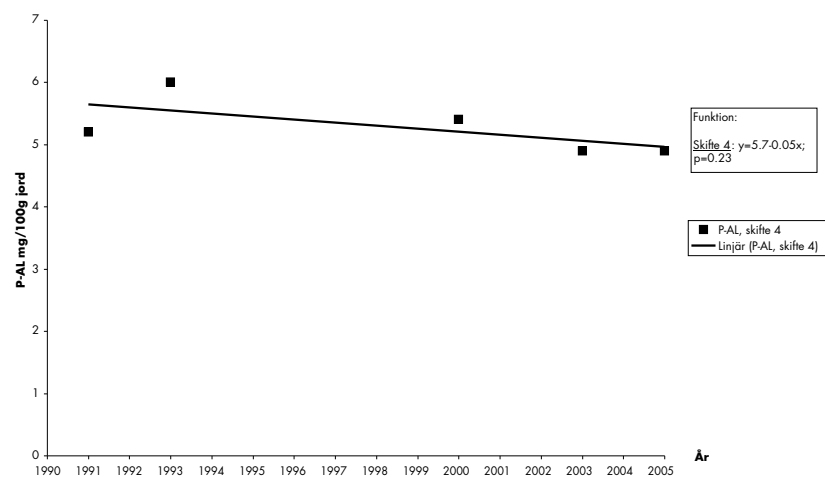
4c. Förändring av pH respektive K/Mg-kvoten



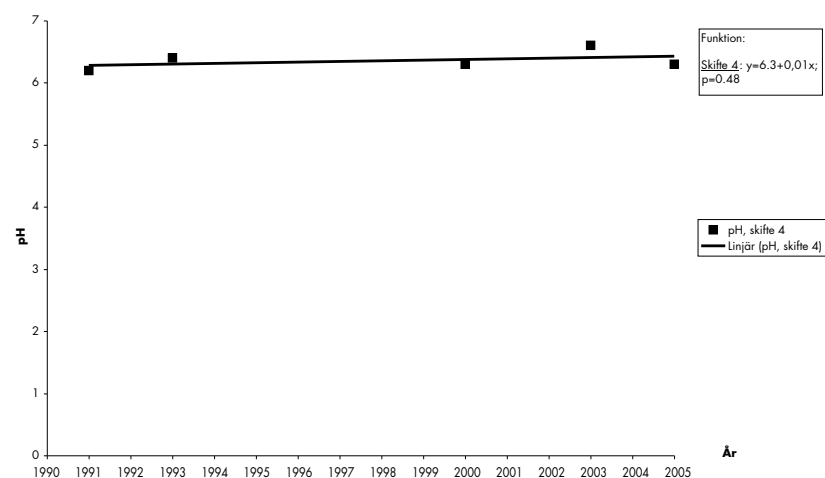
4d. Regressionslinje för K-AL



4e. Regressionslinje för P-AL

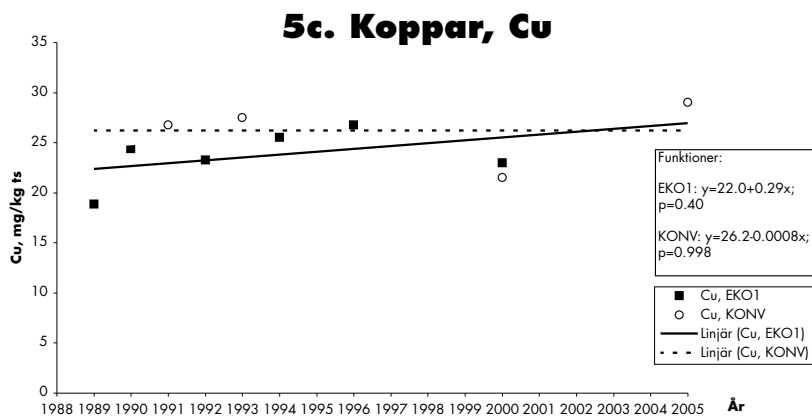
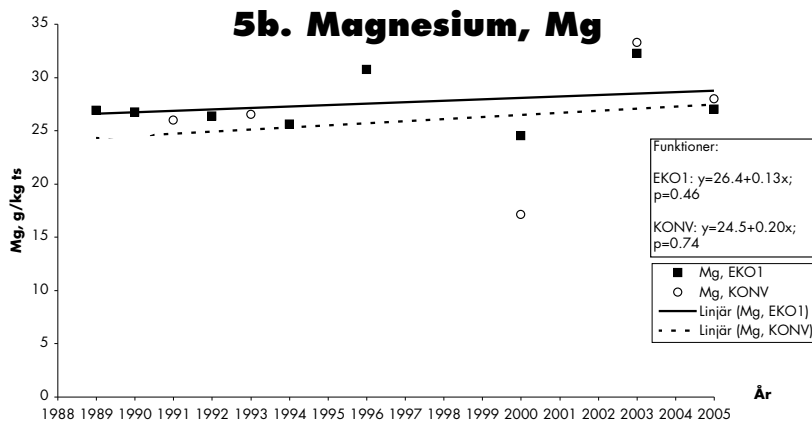
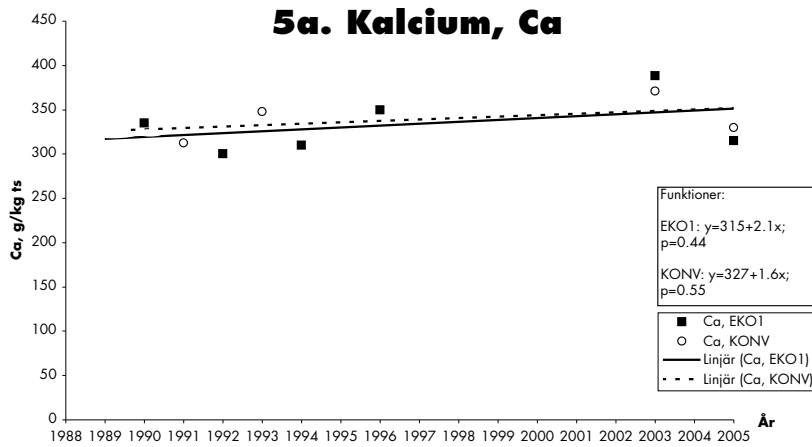


4f. Regressionslinje för pH



BILAGA 5

Genomsnittlig förändring av samtliga EKO1-skiften 1989-2004 och KONV-skiften 1991-2004 för (a) kalcium, Ca, (b) magnesium, Mg, (c) koppar, Cu och (d) bor, B, inklusive linjära regressionslinjer.

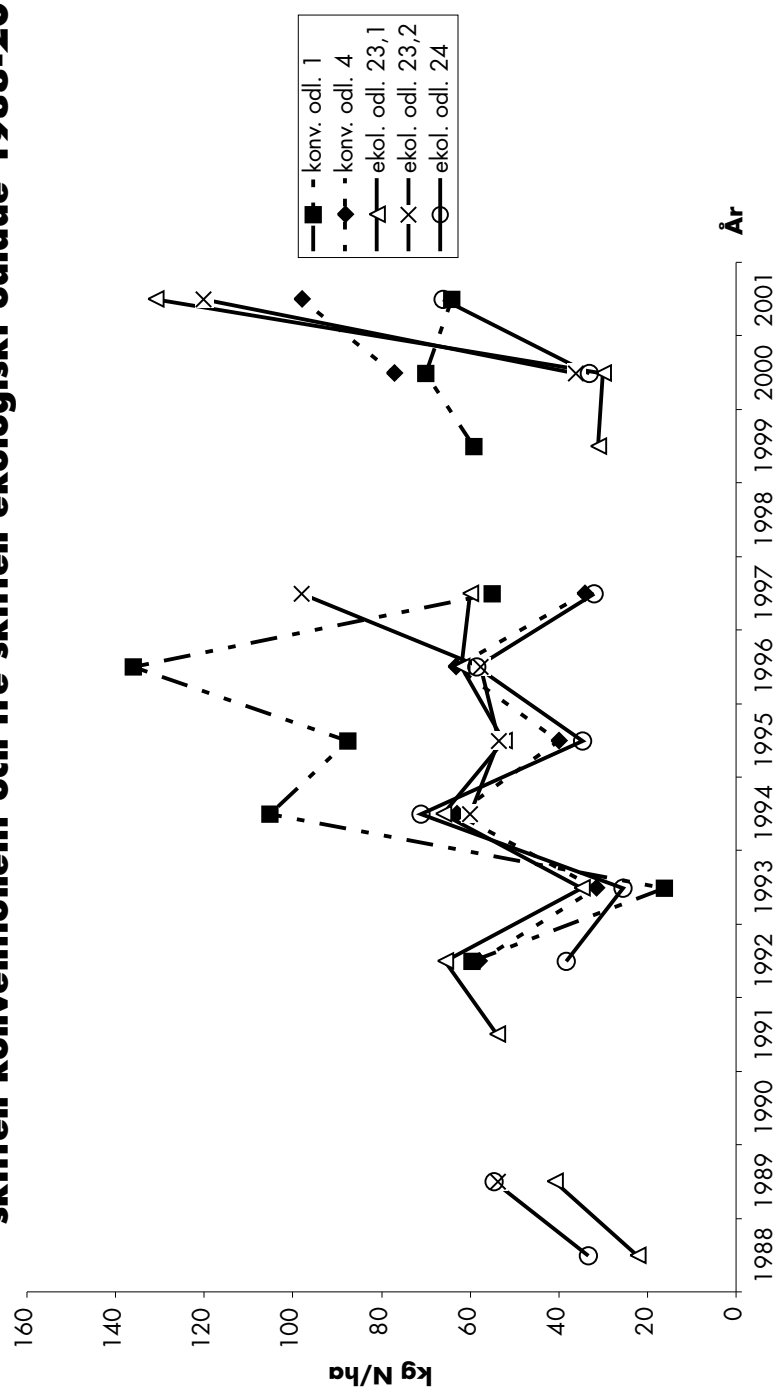


BILAGA 6

(a) Mineralkvävets förändring i markprofilen, 0-60 cm, för två skiften konventionellt och tre skiften ekologiskt odlade (b) med tillhörande förfrukter, tidig vår 1988–2001, (c) fördelningen mellan ammonium- respektive nitrat-joner för EKO-skiftet 23.2 tidig vår 1989–2001 och (d) för KONV-skiftet 4.0, tidig vår 1992 – 2001.

(Fortsätter på nästa sida)

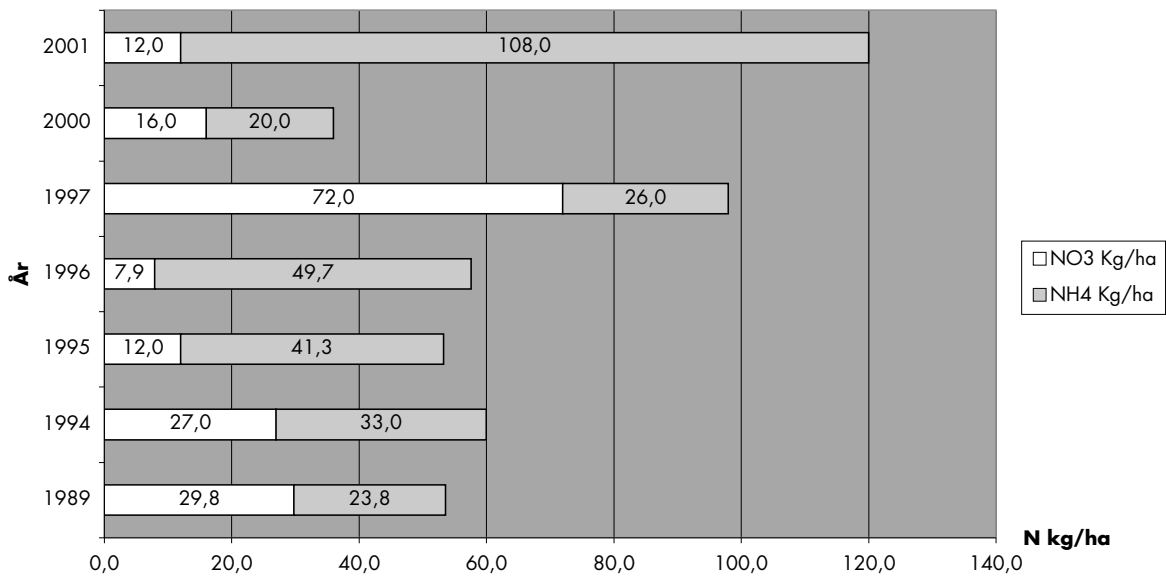
6a. Mineralkvävets förändring i markprofilen, 0-60 cm, för två skiften konventionellt och tre skiften ekologiskt odlade 1988-2001



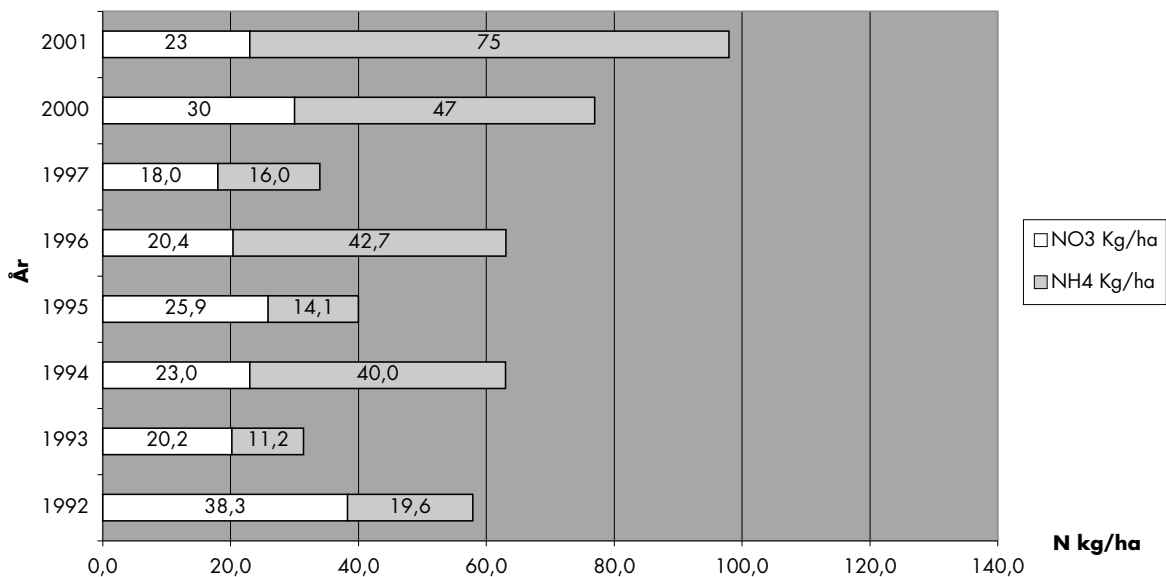
6b. Två skiften konventionellt och tre skiften ekologiskt odlade; förfrukter, tidig vår 1988-2001

Skifte	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Konv. odl. 1	Havre	Träda	H-vete	Havre	Korn+is	Vall I	Vall II	Vall III	H-vete	Havre	Korn	Havre	Havre
Konv. odl. 4	H-vete	Korn	Havre	V-vete	Värrybs	Höstvete	Havre	Värrybs/ Lin	H-vete/ Värrvete	Korn	Havre	Korn+is	Vall I
Ekol. odl. 23,1	Värrybs	V-vete+is	Vall I	Vall II	H-vete/ Råg	Havre/ Lin	Lin/Vicker	Havre+is	Vall I	Vall II	H-vete	Lin	EU-träda
Ekol. odl. 23,2	Värrybs	V-vete+is	Vall II	Vall II	H-vete/ Råg	Havre/ Lin	Lin/Vicker +Havre+is	Vall I	Vall II	H-vete	V-vete	Havre+is/ Åkerböna	Vall I
Ekol. odl. 24	Vall I	Vall II	Vall III	H-vete	Havre	Ärter	Havre+is	Vall I	Vall II	Vall III/H- vete	Vall IV/ lin/åker- böna	Hvete/ Havre+is	Havre+ is/Vall I

**6c. Fördelningen mellan ammonium- respektive nitrat-
joner för EKO-skiftet, 23.2 tidig vår 1989 - 2001**



**6d. Fördelningen mellan ammonium- respektive nitrat-
joner för KONV-skiftet 4.0, tidig vår 1992 - 2001**



BILAGA 7

De vanligaste ogräsen i höstvete (a) på konventionellt odlade skiften (KONV) på Kvinnersta med djurhållning strax före skörd, 1993-2004 och (b) på ekologiskt odlade skiften (EKO1) strax före skörd, 1993-2004.

7a. De vanligaste ogräsen i höstvete på konventionellt odlade skiften (KONV) på Kvinnersta med djurhållning strax före skörd, 1993-2004

Rangordning	Art	Andel skiften, där arten förekom, i %	Vikt i medeltal i kg ts/ha
1	Kvickrot	64	180
2	Åkerpilört	54	18
3	Åkerviol	54	11
4	Våtarv	45	1
5	Åkerkål	18	6
6	Dån	18	2
7	Baldersbrå	9	<1
8	Förgätmigej	9	<1
9	Jordrök	9	<1

7b. De vanligaste ogräsen i höstvete på ekologiskt odlade skiften (EKO1) strax före skörd, 1993-2004.

Rangordning	Art	Andel skiften, där arten förekom, i %	Vikt i medeltal i kg ts/ha
1	Kvickrot	91	178
2	Förgätmigej	64	49
3	Åkerpilört	54	42
4	Baldersbrå	54	12
5	Våtarv	45	24
6	Klöver	36	26
7	Duvvicker	27	10
8	Dån	27	43
9	Åkertistel	27	17
10	Maskros	18	15
11	Mjölktistel	18	1
12	Åkerkål	18	7
13	Åkerviol	18	2
14	Harkål	9	1
15	Kråkvicker	9	18
16	Rödplister	9	12
17	Svinmålla	9	3

BILAGA 8

De vanligaste ogräsen i vårveete (a) på konventionellt odlade skiften (KONV) med djurhållning, 1995-2004, (b) på ekologiskt odlade skiften med djurhållning (EKO1), strax före skörd, 1993-2004 och (c) på ekologiskt odlade skiften utan djur (EKO2), 1999-2002.

8a. De vanligaste ogräsen i vårveete på konventionellt odlade skiften (KONV) med djurhållning, 1995-2004

Rang-ordning	Art	Andel skiften, där arten förekom, i %	Vikt i medeltal i kg ts/ha
1	Kvickrot	70	406
2	Groblad	40	8
3	Åkerpilört	30	12
4	Åkerviol	30	4
5	Rödplister	20	23
6	Åkerbinda	20	16
7	Åkertistel	20	51
8	Baldersbrå	10	2
9	Förgätmigej	10	1
10	Jordrök	10	1
11	Näva	10	1
12	Revormstörel	10	2
13	Veronika	10	<1
14	Våtarv	10	1
15	Fettistel	10	33
16	Åkersenap	10	19

8c. De vanligaste ogräsen i vårveete på ekologiskt odlade skiften utan djur (EKO2), 1999-2002

Rang-ordning	Art	Andel skiften, där arten förekom, i %	Vikt i medeltal i kg ts/ha
1	Kvickrot	100	276
2	Våtarv	100	35
3	Åkertistel/ fettistel	100	367
4	Åkersenap	75	78
5	Klöver	50	783
6	Åkerpilört	50	26
7	Dån	25	9
8	Förgätmigej	25	2
9	Gräs (ej kvickrot)	25	59
10	Svinmålla	25	196
11	Åkerfråken	25	24

8b. De vanligaste ogräsen i vårveete på ekologiskt odlade skiften med djurhållning (EKO1) strax före skörd, 1993-2004.

Rang-ordning	Art	Andel skiften, där arten förekom, i %	Vikt i medeltal i kg ts/ha
1	Våtarv	90	251
2	Kvickrot	70	833
3	Baldersbrå	60	100
4	Åkerpilört	50	26
5	Förgätmigej	40	23
6	Klöver	30	137
7	Svinmålla	30	37
8	Åkersenap	30	28
9	Kråkvicker	20	18
10	Åkerbinda	20	16
11	Mjölktistel	20	4
12	Maskros	10	10
13	Harkål	10	3
14	Revormstörel	10	2
15	Duvvicker	10	1
16	Jordrök	10	1
17	Rödplister	10	1
18	Åkerviol	10	1
19	Näva	10	1

BILAGA 9

Ogräs i kg ts/ha i konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO1) odlat odlingsystem med djurhållning, (a) i höstvetete 1993-2004, i vårvete 1995-2004 och (b) ogräs i vårvete i ett ekologiskt odlingsystem med djurhållning (EKO1) och ett ekologiskt system utan djur (EKO2), 1999-2002.

9a. Ogräs i kg ts/ha i konventionellt (KONV) och ekologiskt (EKO1) odlat odlingsystem med djurhållning, i höstvetete 1993-2004, i vårvete 1995-2004.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO1				Differens, KONV-EKO1	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Ogräs i höstvetete	kg ts/ha	10	240	8.9	1393	417	409	52	1474	423	-169	0.03
Ogräs i vårvete	kg ts/ha	10	597	24	2167	681	1567	120	6465	1952	-970	0.12

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

9b. Ogräs i kg ts/ha i vårvete i ett ekologiskt odlingsystem med djurhållning (EKO1) och ett ekologiskt system utan djur (EKO2), 1999-2002.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO1				Differens, EKO1-EKO2	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Ogräs	kg ts/ha	4	2053	258	6465	2954	1954	111	4576	2037	98	0.90

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

BILAGA 10

Bladfläcksjuka i höstvetete, vårvete och havre, 1995-2004, vecka 23-29 (medelvärden av veckoangrepp/år), i KONV respektive i EKO1.

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO				Differens, KONV-EKO1	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Bladfläcksjuka, höstvetete	% angripna blad	10	35.1	13.3	56.3	14.0	32.4	10.5	64.0	17.8	2.7	0.46
Bladfläcksjuka, vårvete	% angripna blad	9	8.1	0.3	20.3	6.9	7.0	0.6	16.0	5.4	1.0	0.50
Bladfläcksjuka, havre	% angripna blad	10	7.2	0.0	19.6	7.1	6.6	0.3	15.6	4.9	0.6	0.72

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

BILAGA 11

Havrebladlus i höstvetete, vårvete och havre, 1995-2004, vecka 23-29 (medelvärden av veckoangrepp/år), i KONV respektive EKO1

Variabel	Enhet	Antal*	KONV				EKO				Differens, KONV-EKO1	
			Medel-värde	Min	Max	SD	Medel-värde	Min	Max	SD	Differens	p-värde**
Havrebladlus, höstvetete	Löss/strå	9	0.21	0.00	0.87	0.35	0.13	0.00	0.81	0.27	0.08	0.65
Havrebladlus, vårvete	Löss/strå	9	0.15	0.00	0.70	0.22	0.18	0.00	0.70	0.29	-0.04	0.60
Havrebladlus, havre	Löss/strå	10	1.67	0.02	7.50	2.61	0.52	0.00	2.02	0.81	1.16	0.08

*=Avser antal kompletta par. **= t-test, parvisa observationer.

I DENNA SERIE HAR UTKOMMIT:

1. Næss, H. 1988. Alternativ odling på Ekenäs gård. Biologiska och ekonomiska konsekvenser.
2. Brorsson, K-Å. 1989. Ekonomiska effekter av omställningsbidrag till alternativ odling.
3. Andersson, M. 1989. Alternativodlade köksväxter – en expanderande marknad.
4. Granstedt, A. 1990. Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling.
5. Granstedt, A. 1990. Proceedings of Ecological Agriculture. NJF-Seminar 166. March 1990. Sektion XI – Miljövard.
6. Granstedt, A. 1990. Nödvändigheten av en naturresursbaserad jordbrukspolitik och hur en sådan kan förverkligas.
7. Svensson, I. 1991. Statligt stöd till alternativ odling 1989. En enkätundersökning.
8. Rydberg, T. 1991. Ogräsharvning – inledande studier av ogräsharvning i stråsåd.
9. Günther, F. 1991. Jordbruk och bosättning i samverkan – en lösning på miljöproblemen.
10. Sobelius, J. & Granstedt, A. 1992. Omläggning till ekologiskt lantbruk. Del I. En litteraturstudie.
11. Sobelius, J. 1992. Omläggning till ekologiskt lantbruk. Del II. Biodynamiskt lantbruk i Skåne, Blekinge och Halland.
12. Nilsson, E. & Salomonsson, L. 1991. Agroecosystems and ecological settlements. Colloquium in Uppsala, May 27th – 31th. 1991.
13. Höök, K. & Wivstad, M. 1992. Ekologiskt lantbruk inför framtiden. 1991 års konferens om ekologiskt lantbruk, 12 – 13 november 1991.
14. Granstedt, A. 1992. Nordisk forskar- och rådgivarträff i Öjebyn den 8 – 9 augusti 1991. Studieresa till ekokommunen Övertorneå den 10 augusti 1991.
15. Höök, K. 1993. Baljväxter som grüngödslingsgröda. En kartläggning av arter och sorter i fältexperiment.
16. Ekblad, G. & Ekelund Axelsson, L. & Mattsson, B. 1993. Ekologisk grönsaksodling – En företagsstudie.
17. Höök, K. & Sandström, M. 1994. Konferens Ekologiskt lantbruk. Uppsala den 23 – 24 november 1993.
18. Mathisson, K. & Schollin, A. 1994. Konsumentaspekter på ekologiskt odlade grönsaker – en jämförande studie.
19. Ekbadh, G. 1998. Utvärdering av odlingsåtgärder för ekologisk grönsaksproduktion – undersökningar inom forskningsprogrammet "Alternativa produktionsformer inom trädgårdsnäringen".
20. Sundås, S. 1996. Konferens Ekologiskt lantbruk. Uppsala den 7 – 8 november 1995.
21. Pettersson, P. 1997. Forage quality aspects during conversion to ecological agriculture. A study with multivariate and near infrared spectroscopy.
22. Gäredal, L. 1998. Växthusodling av tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) i avgränsad odlingsbädd, baserad på näringsresurser från lokalt producerad stallgödselkompost och grönmassa.
23. Eksvärd, K. 1998. Från idé till samverkan – en undersökning av möjligheterna att lägga om systemen för toalett- och organiskt hushållsavfall i Fornbo.
24. Eksvärd, K. 1998. Mjuka starter och ödmjukt deltagande – nödvändiga inslag i processen uthålligt lantbruk?
25. Granstedt, A. & L-Baekström, G. 1998. Studier av vallens förfruktsvärde i ekologisk odling – Resultat från två försöksplatser i Mellansverige.
26. Granstedt, A. Stallgödselanvändning i ekologisk odling – Resultat från fältförsök i höstvetete på Skilleby i Järna 1991 – 1997.
27. –
28. Ekologiskt lantbruk 10 – mars 1998. Konferensrapport.
29. Granstedt, A. 1999. Växtnäringens flöde genom jordbruk och samhälle – vägar att sluta kretsloppen.
30. Ekologisk jordbruks- & trädgårdsproduktion. Redovisning av SJFR:s forskningsprogram 1997 – 1999.

31. Eksvärd, K., m.fl. 2001. Deltagande forskning – Lärdomar, resultat och erfarenheter från Växthusgruppens arbete 1999 – 2000.
32. Doherty, S. and Rydberg, T. (ed.), Ekblad, G., Grönlund, E., Ingemarson, F., Karlsson, L., Nilsson, S. & Strid Eriksson, I. 2002. Ecosystem properties and principles of living systems as foundation for sustainable agriculture – Critical reviews of environmental assessment tools, key findings and questions from a course process.
33. Ciszuk, P., Sjin, K. & Sjin, Y. 2002. Vandringshönshus med olika inredning, gruppstorlek och utfodringssystem.
34. Bassler, A. & Ciszuk, P. 2002. Pilot studies in organic broiler production – Management and Cross-breeds.
35. Svanäng, K. m.fl. Deltagardriven forskning – växtodlingsgruppen. Resultat och utvärdering av arbetet under 1998 till 2001.
36. Rydén, R. 2003. Medvindens tid. Ekologiska Lantbrukarna och jordbrukspolitiken 1985–2000.
37. Haden, A. C. 2003. Emergy Evaluations of Denmark and Danish Agriculture. Assessing the Limits of Agricultural Systems to Power Society. Mars 2003.
38. Adler, S., Fung, S. Huber, G. and Young, L. 2003. Learning our way towards a sustainable agri-food system. Three cases from Sweden: Stockholm Farmers market, Ramsjö Community Supported Agriculture and Järna Initiative for Local Production.
39. Ekelund, L. 2003. På spaning efter den ekologiska konsumenten. En genomgång av 25 svenska konsumentundersökningar på livsmedelsområdet. Ekologiskt lantbruk nr 39.
40. Sepänen, L (ed.). 2004. Local and organic food and farming around the Baltic Sea.
41. Granstedt, A., Seuri, P. and Thomsson, O. 2004. Effective recycling agriculture around the Baltic Sea.
42. Björklund, J., Eksvärd, K., Andersson, O., Berglund, K-G., Engström, U., Eriksson, B., Johansson, D., Larsson, A. Y., Mizban, A., Nilsson, B-I., Nilsson, H., Pellas, G., Sjöstedt, K., Sjöstedt, M., Wilhelmsson, L., Wilhelmsson, S-E., Homman, K., Ögren, E. 2005. Vad kan egentligen kallas ekologiska tomater? Ett arbete från gruppen Deltagardriven forskning – ekologisk växthusodling av tomater.
43. Sumelius, J. (ed.). 2005. Possibilities for and Economic Consequences of Switching to Local Ecological Recycling Agriculture.
44. Kakriainen, S., & von Essen, H. (eds.). 2005. Obstacles and Solutions in Use of Local and Organic Food.
45. Rämert, B., Salomonsson, L. & Mäder, P. (eds.). 2005. Ecosystem services as a tool for production improvement in organic farming – the role and impact of biodiversity.
46. Granstedt, A., Thomsson, O. & Schneider (eds.). 2005. Environmental impacts of eco-local food systems – final report from BERAS Work Package 2.
47. Sumelius, J. & Vesala, K.M. (eds.). 2005. Approaches to Social Sustainability in Alternative Food Systems.
48. Eksvärd, K. 2007. Ett möte mellan olika forskningsprocesser – deltagardriven forskning i ett multidisciplinärt projekt.
49. Nilsson, U. 2007. Ekologisk odling av grönsaker, frukt och bär –hinder och möjligheter för framtida utveckling.
50. Bassler, A. 2008. Möjligheter för ekologisk kycklingproduktion i Sverige

Centrum för uthålligt lantbruk – CUL – är ett samarbetsforum för forskar och andra med intresse för ekologiskt lanbruk och lantbrukets hållbarhetsfrågor. CUL arbetar med utveckling av tvärvetenskapliga metoder och samplanering av insatser för

- forskning
- utvecklingsarbete
- utbildning
- informationspridnin



Adress:
Box 7047
750 07 Uppsala
www.cul.slu.se