



# Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvete?

Can plant protection reduce nitrogen  
losses in winter wheat production?

Börje Lindén, Cecilia Lerenius, Anna Nyberg, Sofia  
Delin, Martin Ferm, Gunnar Torstensson, Karl-Arne  
Hedene, Ingemar Gruvaeus, Rolf Tunared och Johan  
Roland

**Avdelningen för precisionsodling**

*Division of precision agriculture  
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 5  
Skara 2006**

*Report 5*

ISSN 1652-2788  
ISBN 91-576-7173-7



## **Förord**

I projektet som genomfördes 2002-2005 medverkade, förutom personal vid Avdelningen för precisionsodling och Lanna försöksstation vid SLU, Karl-Arne Hedene vid Jordbruksverkets växtskyddscentral i Skara, senare efterträdd av Cecilia Lerenius, Martin Ferm vid IVL, Svenska Miljöinstitutet AB i Göteborg, Gunnar Torstensson vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU i Uppsala och Ingemar Gruvaeus, Hushållningssällskapet Skaraborg, Skara.

Projektet finansierades huvudsakligen av Formas. För de utlakningsundersökningar som genomfördes iordningsställdes en utlakningsanläggning på Lanna 2000-2001 under ledning av Rolf Tunared, Lanna försöksstation, och med konsultation av Gunnar Torstensson, Avdelningen för vattenvårdslära. Denna anläggning finansierades med medel från VL-Stiftelsen, Lidköping.

Skara i september 2006

Författarna

# Innehåll

<b>INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>6</b>
FÖRSÖKSPLAN .....	6
BESTÄMNING AV KVÄVEUTLAKNING SAMT KVÄVE I GRÖDA OCH JORD .....	6
<b>BESTÄMNING AV AMMONIAKEMISSION FRÅN GRÖDAN</b> .....	<b>8</b>
SKADEGÖRARE .....	9
<i>Veckovis gradering enligt prognos- och varningsverksamhetens modell</i> .....	9
<i>Graderingar av enskilda skadegörare vid enstaka tillfällen</i> .....	9
<b>STATISTIK</b> .....	<b>10</b>
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b> .....	<b>10</b>
<b>VÄDERLEK</b> .....	<b>10</b>
FÖREKOMST AV SKADEGÖRARE I FÖRSÖKET.....	11
<i>Växtskyddsåret 2002</i> .....	13
<i>Växtskyddsåret 2003</i> .....	13
<i>Växtskyddsåret 2004</i> .....	14
INVERKAN AV VÄXTSKYDDSÅTGÄRDerna PÅ KÄRNSKÖRDARNA .....	14
HÖSTVETEGRÖDANS KVÄVEINNEHÅLL OCH KVÄVEUTNYTTJANDE.....	16
UTNYTTJANDE AV GÖDSELKVÄVE OCH VÄXTTILLGÄNGLIGT MARKKVÄVE .....	19
<i>Utnyttjbart markkväve och kvävemineralisering under växtsäsongen</i> .....	19
<i>Mineralkväve i marken under olika årstider</i> .....	20
KVÄVEFÖRLUSTER .....	22
<i>Kväveutlakning</i> .....	22
<i>Ammoniakavgång från grödan</i> .....	22
KVÄVEBALANS.....	23
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>24</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>25</b>
<b>LITTERATUR</b> .....	<b>26</b>

## Inledning

Av miljöhänsyn och av ekonomiska skäl är det önskvärt, att tillfört gödselkväve utnyttjas så effektivt som möjligt i jordbruket. Skadegörarangrepp orsakar nedsatta skördar, varvid det kväve som grödorna har till förfogande riskerar att utnyttjas sämre, med ökade N-förluster av olika slag som följd (Goulding, 2000). Haak et al. (1994) visade att angrepp av brunfläcksjuka på höstvetete i ett försök på Lanna i Västergötland inte bara gav lägre kärnskörd utan även ökade N-utlakningen under det efterföljande vinterhalvåret. Kväveutnyttjandet kan å andra sidan förbättras, om angreppen hålls nere genom bekämpningsåtgärder. Orsakerna till dessa förhållanden är flera:

Genom att grödan hålls frisk, förlängs fotosyntestiden och därmed tillväxt- och kväveupptagningsperioden. Detta gynnar kärnutvecklingen hos stråsäd samt ökar skörden och kväveinlagringen i denna. Svampsjukdomar m.fl. skadegörare skadar angripna växtdelar, så att celler och växtdelar delvis dör. Den av växten upplagrade näringen i de angripna växtdelarna utnyttjas av de parasiterande organismerna och kan då inte translokeras exempelvis för uppbyggnad av kärnsköörden. I de döende eller döda cellerna börjar nedbrytning av cellsubstansen. I samband med proteolys kan härvid ammoniak bildas och troligen avgå till den omgivande atmosfären (Wetselaar & Farquar, 1980). Om grödan istället hålls frisk kan det kväve som lagrats i de vegetativa delarna i större utsträckning än annars translokeras till reproduktiva organ såsom axet hos stråsäd (Agrios, 1988). Mer av det upptagna kvävet tas då tillvara med kärnsköörden. Försämras å andra sidan translokationen till följd av angrepp, blir den kvarvarande kvävemängden i halm, blad m.fl. växtrester större än om grödan hållits frisk, med ökad risk för kväveförluster av olika slag.

För bästa möjliga kväveutnyttjande bör som framgått grödorna i princip skyddas mot angrepp. Som alternativ eller komplement till kemisk bekämpning finns möjligheterna att som sanerande åtgärd förbättra växtföljderna genom fler omväxlingsgrödor. Härtill fortgår ju utveckling av sorter som är resistent mot skadegörare. Forskning avseende inverkan på grödornas kväveutnyttjande av dessa olika växtskyddsstrategier vore önskvärd. I föreliggande undersökning valdes dock insatser av kemiska växtskyddsmedel för att hålla en höstvetegröda frisk i avsikt att belysa, hur åtgärder mot skadegörare påverkar grödans N-utnyttjande samt därmed kvävehushållning och olika kväveförluster. I detta syfte startades år 2002 ett fältförsök med odling av höstvetete i tre år (2002-2004) med mätningar av nitratutlakning i ytterligare ett år på Lanna försöksstation. Fältet ifråga kännetecknades av ensidig stråsädesodling under en längre tidsföljd, och vårvete odlades 2001 som förfrukt till höstvetet 2002. Denna odlingsplats valdes i avsikt att genomföra undersökningar under förhållanden där riskerna för angrepp av olika skadegörare kunde anses bli stora.

## Material och metoder

### Försöksplan

I fältförsöket, som är lades ut på ett fält med måttligt mullhaltig styv lerjord, odlades höstvetete 2002-2004 (som nämnts efter vårvete 2001) i tre led med varierande växtskyddsinsatser, vilka år 2002 var följande (tabell 1):

Tabell 1. Försöksplan med ledvisa växtskyddssåtgärder 2002-2004.

Behandling	2002	2003	2004
A Obehandlat			Decis 0,25 l/ha
B Bekämpning av svamp- och insektsangrepp på ovanjordiska växtdelar (strå, blad och ax)	Stereo 1,5 l/ha Amistar 0,75 l/ha Tern 0,3 l/ha Decis 0,4 l/ha	Stereo 1,5 l/ha Comet 0,75 l/ha Tern 0,3 l/ha Decis 0,4 l/ha	Stereo 1,5 l/ha Comet 0,5 l/ha Tilt Top 0,5 l/ha Tern 0,3 l/ha Decis 0,4 l/ha
C Bekämpning av rotdödare samt av svamp- och insektsangrepp på ovanjordiska växtdelar (strå, blad och ax)	Som behandling B + betning med Latitude	Som behandling B + betning med Latitude	Som behandling B + betning med Latitude

Försöksleden hade tre upprepningar, fördelade på tre block enligt figur 1. Växtskyddsmedlen sattes in i förhållandevis stora doser i syfte att åstadkomma tydliga bekämpningseffekter. Insatserna ändrades något 2003 och 2004. År 2003 ersattes Amistar med Comet. Det sista året (2004) användes för svampbekämpning Stereo samt Comet och Tilt Top. Vidare infördes 2004 insektsbekämpning med pyretroid (Decis, 0,25 l/ha) även i led A.

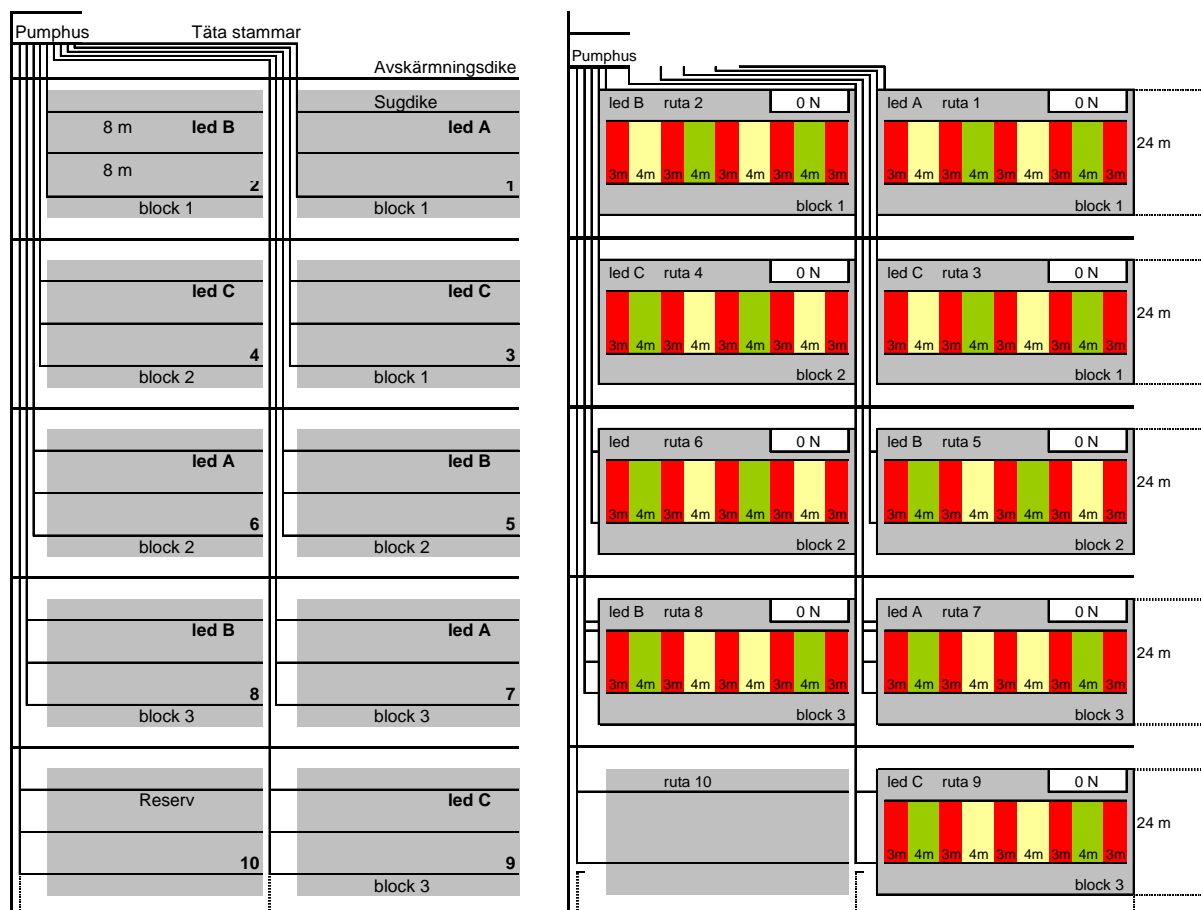
Höstvetesorterna Lars, Ballad och Harnesk odlades 2002, 2003 respektive 2004. Kväve tillfördes i form av kalksalpeter med svavel (KsS, 13,7 % NO<sub>3</sub>-N, 1,5 % NH<sub>4</sub>-N och 1,5 % S) vid tre tidpunkter: 50 kg N/ha vid begynnande tillväxt på våren, 90 kg N/ha i begynnande stråskjutning (stadium 30) och 40 kg N/ha i slutet av stråskjutningen (stadium 37-39), totalt 180 kg N/ha. År 2004 användes dock NP 27-5 (15,8 % NH<sub>4</sub>-N, 11,2 % NO<sub>3</sub>-N, 4,8 % P och 3 % S) vid den första tidpunkten och "ren" kalksalpeter (14,4 % NO<sub>3</sub>-N, 1,1 % NH<sub>4</sub>-N och 0 % S) vid det sista gödningstillfället.

### Bestämning av kväveutlakning samt kväve i gröda och jord

År 2001 installerades separata dräneringssystem med 8 m ledningsavstånd i alla försöksrutor (rutstorlek: 24\*33 m). Dräneringsvattnet samlades upp i en mätstation, där mängden mättes rutvis med s.k. vippkärl. Rutvisa samlingsprov togs ut automatiskt och kontinuerligt ur vattnet under bestämda tidsperioder. Koncentrationerna av nitratkväve bestämdes med kadmiumreduktionsmetoden (Grasshoff, 1964; Wagner, 1974) enligt svensk standard. Totalkväve analyserades på samma sätt efter det att organiskt och oorganiskt kväve oxiderats till nitratkväve. Väderdata erhöles från SMHI:s meteorologiska station vid Lanna. För beräkning av kväveut-

lakningen användes medelavrinning från samtliga rutor. Detta gjordes för att undvika att utlakningen skulle underskattas i rutor med mindre avrinning p.g.a. nedåtriktad flöde med grundvattnet.

För att beskriva hur tillgången på utnyttjbart markkväve påverkade höstvetets tillväxt och kvävestatus samt gödselkvävet utnyttjande indelades varje ruta dels i en större ”ordinarie” del, som kvävegödslades enligt ovan, och dels i en s.k. 0N-ruta, som var ettårig och inte tillfördes gödselkväve under det aktuella året (figur 1). 0N-rutorna flyttades årligen för att undvika ackumulerade effekter av utebliven N-gödsling. Kväveinnehållet i höstvetet i 0N-leden betraktades som den mängd växttillgängligt markkväve som grödan kunde utnyttja.



Figur 1. Rutfördelning i fältförsöket på Lanna, dräneringssystem (t.v.) och exempel på uppdelning av rutorna i områden för olika slag av bestämningar och mätningar (t.h.): 0N-rutor, ytor för skördemätning (3 m breda rutor) samt ytor med provtagning av gröda för N-analyser, studier av skadegörare och bestämning av ammoniakavgång från grödan (4 m breda rutor).

För att belysa hur höstvetets tillväxt och kväveinlagring påverkades av växtskyddsinsatserna provtogs grödan i ordinarie gödslade led med ca två veckors mellanrum under växtsäsongen genom avklippning av de ovanjordiska växtdelarna inom fyra ytor om vardera 0,25 m<sup>2</sup> per försöksruta. Växtematerialet delades vid flertalet tidpunkter upp på olika växtdelar för bestämning av deras ts-mängd och kväveinnehåll samt förändringarna härav med tiden. Totalkvävehalten bestämdes med en Leco CNS 2000 (Leco, St. Joseph, Michigan, USA) vid Avdelningen för växtnäringlära, Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala. För att fastställa den samlade tillgången på utnyttjbart markkväve avsågs att provta höstvetet i 0N-rutorna vid avslutad kväveupptagning (ungefär vid gulgrodnad, stadium DC 87). I praktiken kom dock denna provtagning av ske något senare (stadium DC 91-93). Avmognaden var dock inte en-

hetlig, genom att växtskyddsåtgärderna fördröjde mognadstiden något, så att gröda i sent gulgrodnadsstadium även kunde finnas. För beräkning av höstvetets samlade kväveinnehåll i 0N-rutorna vid mognad antogs, att totalkvävemängden i rötterna utgjorde 25 % av innehållet i hela grödan (jmf. Hansson et al., 1987).

Vidare bestämdes mineralkvävetillgången i marken tidigt på våren (slutet av mars), vid avslutad kväveupptagning på sensommaren och på senhösten (november) genom jordprovtagning i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Jordproverna förvarades djupfrysta, varefter de homogeniserades genom frysmalning. De extraherades med 2 M KCl i jord-vätskeförhållandet 1:2,5 (jmf. Bremner & Keeney, 1966), varefter ammonium- och nitratkväve bestämdes med en autoanalytator (TRAACS 800, metod ST9002-NH<sub>4</sub>-D och ST9002-NO<sub>3</sub>-D). Analysvärdena omräknades skiktvis till kilogram per ha med beaktande av aktuella vattenhalter och under antagande att volymvikten i matjorden (0-20 cm) var 1,25 kg/dm<sup>3</sup> och 1,50 kg/dm<sup>3</sup> i skikten därunder.

Kväveprofilprovtagningarna på våren (i de ordinarie rutorna) och vid mognad i 0N-rutorna samt grödprovtagningen vid det senare tillfället i 0N-rutorna utnyttjades bl.a. för beräkning av N-mineraliseringsstillskotten (synbarlig nettomineralisering av kväve, *engelska: apparent net nitrogen mineralisation*) under växtsäsongen enligt följande formel (Lindén et al., 1992a):

$$N_{\text{net}} = N_{\text{växt}} + N_{\text{md}} - N_{\text{mv}}$$

där  $N_{\text{net}}$  = Beräknad nettomineralisering av kväve under växtperioden (tidig vår - mognad)

$N_{\text{växt}}$  = Kväve i grödan i led B vid mognad (= utnyttjbart jord-N under växtsäsongen)

$N_{\text{md}}$  = Mineralkväve i marken (0-90 cm) vid mognad

$N_{\text{mv}}$  = Mineralkväve i marken (0-90 cm) tidigt på våren

### **Bestämning av ammoniakemission från grödan**

För att uppskatta ammoniakemissionen från grödan användes s.k. kyvetteknik. Som kyvetter användes fyrkantiga behållare, som monterades på en ram (0,5 x 0,5 m) som trycktes ned i marken (figur 2). Kyvetten var gjord av tunnväggig (0,05 mm) FEP film med en utvändig ram av aluminiumprofiler. Kyvetterna var 1,2 m höga och hade ett hål för att ta in luft högst upp i ena hörnet av en gavel. Längst ned i motstående gavel sög en fläkt ut luft med ett flöde av ca 50 liter/minut.

Emissionen styrs av jämviktsskoncentrationen av ammoniak över växytan ( $C_{\text{jmv}}$ ), ammoniakhalten i omgivande luft ( $C_o$ ) samt massöverföringstalet ( $K_z$ ) på höjden  $z$  över marken. Sambandet beskrivs i ekvation 1:

$$E = (C_{\text{jmv}} - C_o) * K_z \quad (1)$$

Om luften har en högre koncentration av ammoniak än jämviktshalten vid växytan resulterar det i deposition av ammoniak (negativ emission). Emissionen från det område som innesluts i kyvetten är inte lika med den emissionen man fått om man inte haft någon kyvett där. Emissionen beror nämligen av ventilationshastigheten i kyvetten (Ferm, 1983).

Tidigare undersökningar har visat att emissionen är störst vid slutet av växtsäsongen, och då betydligt större än i början av säsongen (Mattsson and Schjoerring, 2003). Två metoder med olika mätintervall användes därför parallellt under samtliga mätningar. Den ena metoden var ”passiv” (Ferm & Rodhe, 1997) och hade ett mätintervall av ca 30-2000 µg/m<sup>3</sup>. Den andra



metoden var ”aktiv” (Ferm, 1979) med mätområde inom  $0,2 - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En provtagare av varje sort placerades ca 5 cm ovanför marken utanför kyvetten. Med den mättes  $C_o$ . Det andra paret placerades inne i kyvetten och mätte  $C_{jmv}$ . Massöverföringstalet  $K_z$  har uppskattats till 1 cm/s. Provtagning ägde rum under 6-7 timmar mitt på dagen två gånger per vecka från månadsskiftet juni-juli till början av augusti. Bestämningar gjordes bara 2002 och 2003 och endast i ett block.



En ram placeras på marken



Kyvetten monteras



En fläkt ventilerar kyvetten



Luftprov tas med pump + gasmätare

Figur 2. Foton som visar ammoniakprovtagningen i försöket.

### ***Skadegörare***

Jordbruksverkets växtskyddscentral i Skara ansvarade för studierna av skadegörare i försöket. Undersökningar gjordes varje vecka i det obehandlade ledet (A) och vid några tillfällen i samtliga behandlingar (A-C). Angreppsgraden i försöket jämfördes även med angreppsnivån för olika skadegörare i området. Detta var möjligt genom att använda de graderingar i Växtskyddscentralens prognos- och varningsverksamhet som redovisats i Växtskyddsåret 2002, 2003 och 2004.

### **Veckovis gradering enligt prognos- och varningsverksamhetens modell**

Varje vecka, från mitten av maj till mitten av juli, graderades ett samlingsprov från de obehandlade rutorna enligt den metod som används i Växtskyddscentralens prognos- och varningsverksamhet (Gröntoft, 1993). Insekter (framför allt bladlöss) graderades på totalt 25 strån och angavs som antal insekter per strå. Andelen blad med angrepp av svampsjukdomar (bladfläckssvampar, mjöldagg och rost) bestämdes på de tre översta bladen på 17 strån (totalt 50 blad) och angavs som % angripna blad. Samtidigt noterades grödans utvecklingsstadium och andra observationer i försöket.

### **Graderingar av enskilda skadegörare vid enstaka tillfällen**

*Svampsjukdomar på bladen.* Vid axgångsbehandlingen (stadium DC 45-51) och cirka 3-4 veckor senare (DC 75-85) provtogs 25 strån per ruta, och på de fyra översta bladen graderades angripen bladyta. Angrepp av olika svampsjukdomar angavs som % angripen bladyta på respektive bladnivå.

*Död bladyta.* Sista året (2004) graderades död bladyta varje vecka från tidig mjölkmoget (DC 71, 30 juni) till skördemoget (DC 92, 10 augusti). På de översta fyra bladen angavs % död bladyta för respektive bladnivå.

*Stråknäckare.* Vår (DC 30-31) och sommar (DC 75) graderades stråknäckare på huvudskottets stråbaser på 50 plantor per ruta. Symtomen indelades i olika klasser (0-3) efter angreppsgrad och sedan gjordes en indexberäkning för att väga ihop olika starka angrepp enligt följande:  $\text{index} = (\% \text{ strån klass 1} * 0,25) + (\% \text{ strån klass 2} * 0,5) + (\% \text{ strån klass 3} * 1,0)$ .

*Rotdödare.* Rotdödare graderades vid mjölkmoget på 10 plantor per ruta. Rötterna sköljdes av och symtomen delades in i klasser (0-4) efter angreppsgrad. Därefter gjordes en indexberäkning för att sammanväga olika starka angrepp enligt följande:  $\text{index} = ((\text{antal strån klass 1} * 10) + (\text{antal strån klass 2} * 30) + (\text{antal strån klass 3} * 60) + (\text{antal strån klass 4} * 100)) / \text{antal strån}$ .

*Vetemygga.* Axprov (10 ax per ruta) togs ut 3 och 4 veckor efter axgång. Förekomst av gula och röda vetemyggor angavs som % angripna kärnor.

*Sadelgallmygga.* Ett år (2003) graderades strån med sadlar (galler) på översta internoden, på 10 strån per ruta.

### **Statistik**

Statistiskt signifikanta skillnader mellan de tre olika leden undersöktes genom att beräkna Fisher's LSD med 95% konfidensnivå.

## **Resultat och diskussion**

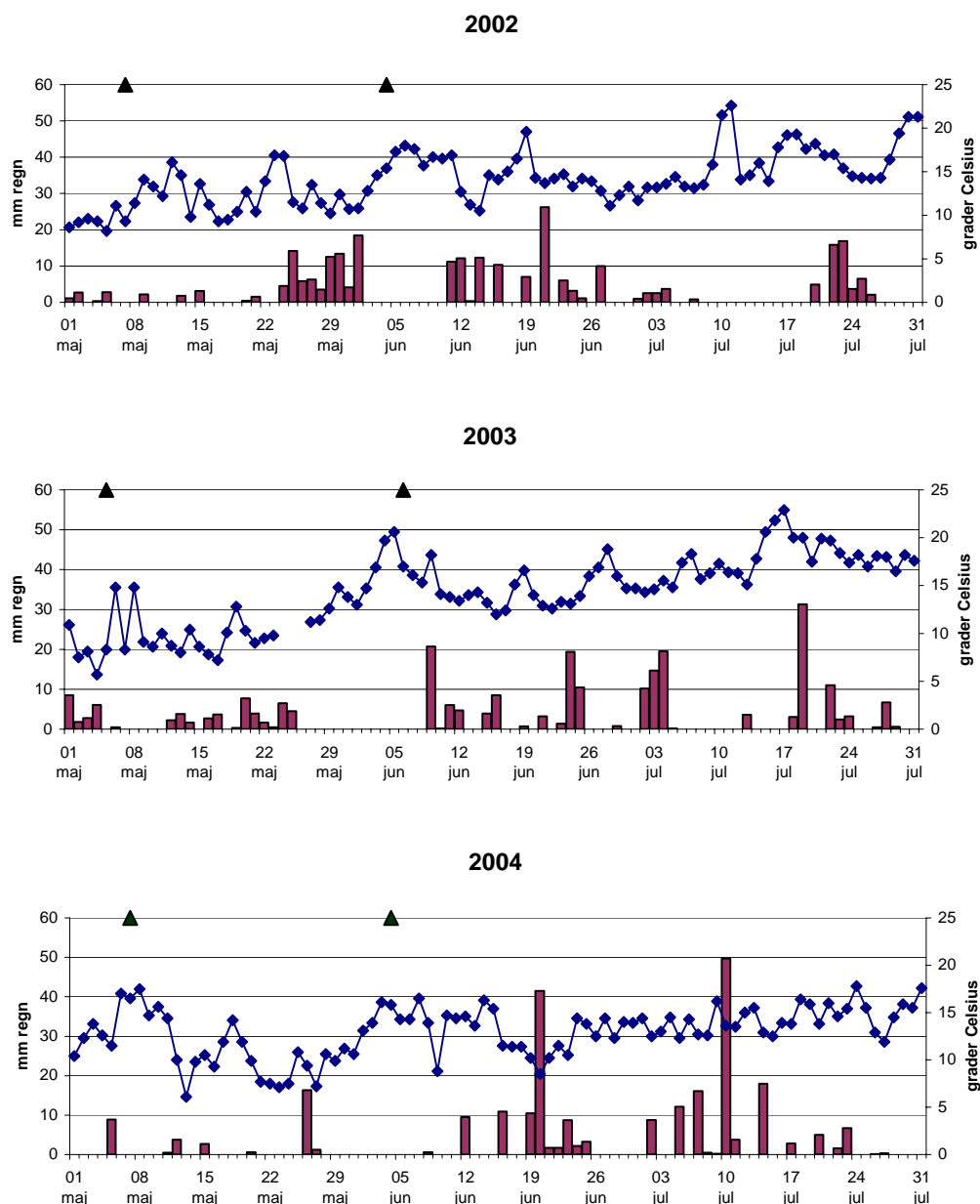
### **Väderlek**

Väderlekens variationer mellan åren framgår av tabell 2 och figur 3. År 2002 var våren varm och försommaren regnig, medan 2003 kännetecknades av mycket nederbörd under hela växtsäsongen och relativt varmt väder i juli. År 2004 var våren varm och torr, medan sommaren blev kall och regnig.

Tabell 2. Månadsmedeltemperaturer och månadsnederbörd under växtsäsongerna 2002-2004 vid SMHI:s meteorologiska station Lanna.

År	Månadsmedeltemperatur					Månadsnederbörd				
	april	maj	juni	juli	augusti	april	maj	juni	juli	augusti
2002	6,3	11,7	14,5	16,2	18,6	20	78	119	60	41
2003	4,4	10,1	15,1	17,6	14,7	60	59	80	107	30
2004	6,9	11,3	13,2	14,4	17,1	17	34	91	126	61
Medeltal	5,3	10,8	13,8	16,2	16,8	38	59	78	97	44
Normalt*	4,4	10,6	14,7	15,7	14,9	30	41	51	63	62

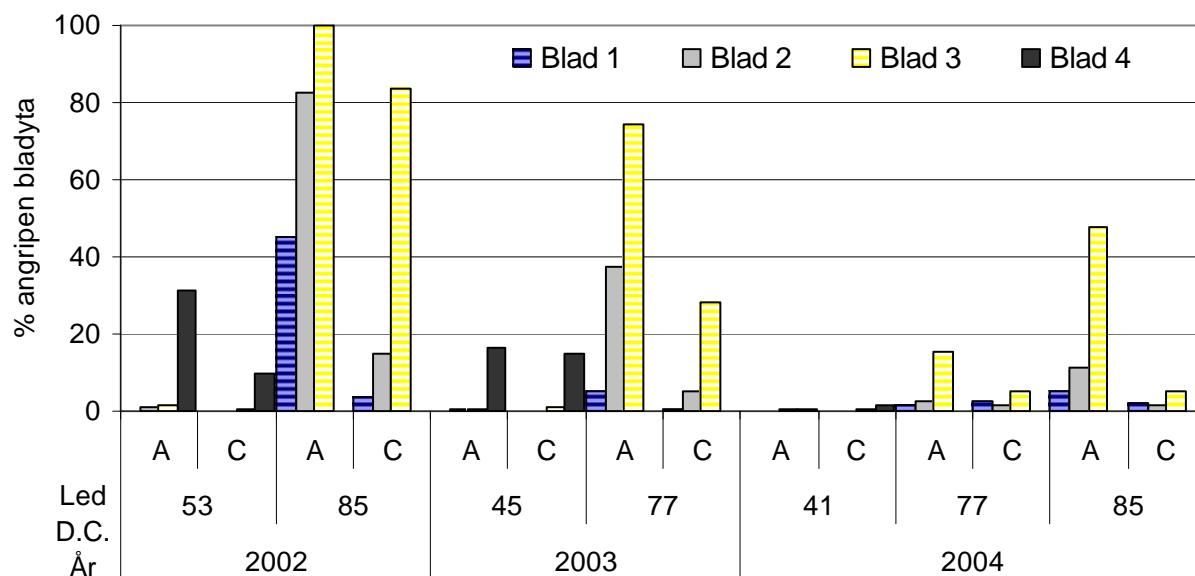
\*) Avser perioden 1961-1990.



Figur 3. Nederbörd (mm) och medeltemperatur (°C) dygnsvis under perioden maj-juli år 2002-2004. Tidpunkterna för tilläggs gödsling är markerade med ▲.

### Förekomst av skadegörare i försöket

Förekomsten av skadegörare i försöket avspeglade angrepp i höstvet i området, med motsvarande växtföljd, väl. *Vetets bladfläcksjuka* (DTR) dominerade i försöket varje år, och detta är typiskt för ett fält med vete som förfrukt. Trots att jorden plöjdes, fanns en del halmrester på markytan, vilket gynnar denna sjukdom. Väderleken varierade mellan åren (tabell 2 och figur 3) och därför blev även angreppsnivån för DTR mycket växlande (figur 4). Av figuren framgår också effekten av behandlingarna i led C. Det förekom även *svartpricksjuka* i försöket men denna hade mindre betydelse. Angrepp på äldre blad fanns dock tidigt under växtsäsongen, och sedan noterades svartpricksjuka först fram mot mjölkmodnaden. *Mjöldagg* och *rostsvampar* förekom inte något år.



Figur 4. Angrepp av bladfläcksvampar (främst vetets bladfläcksjuka), andel angripen bladyta (%) på blad 1-4 i led A och C vid olika utvecklingsstadier 2002-2004. År 2004 graderades död bladyta i stadium DC 77 och 85. För förklaring av ledbeteckningar hänvisas till tabell 1.

Tabell 3. Gradering av stråknäckare och rotdödare i de olika leden A-C, 2002-2004 (för förklaring av indexberäkning, se s. 9). Streck (-) avser ej graderat. Växtskyddscentralens (Vsc) medelvärde för obehandlade fält i regionen är medtaget som jämförelse. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1.

Led	Stråknäckare						Rotdödare		
	Vårindex, DC 31			Sommarindex, DC 77-85			2002	2003	2004
	2002	2003	2004	2002	2003	2004			
A	22	7	6	50	26	13	1	40	5
B	-	3	3	32	23	8	2	44	9
C	-	7	6	28	20	9	4	19	5
LSD	-	5	7	11	7	14	4	26	10
Medeltal									
Vsc	21	4	3	48	22	14	8	8	2

*Stråknäckare* medförde inte liggsäd under något av försöksåren men angrepp fanns år 2002, vilket kan ha haft betydelse för kärnsörden. I de med växtskyddsåtgärder behandlade leden (B och C) blev effekten 30-40 % på sommarindex (tabell 3). *Rotdödare* förekom 2003, och här gav fungicidbetningen (led C) ca 50 % effekt, om än ej statistiskt signifikant.

En del *sädesbladlöss* förekom 2002 men annars var angreppen av bladlöss och även *vetemyggor* små och påverkade knappast skörden. Andra året, 2003, drabbades däremot fältet av *sadelgallmygga* som sänkte avkastningen kraftigt, beroende på att myggans larver initierar gallbildningar (sadlar) på strået som hämmar transport av vatten och näring i plantan. Många strån blev också förkortade men få knäcktes helt i försöket. Denna skadegörare är ovanlig men har förekommit i enstaka fält i västra Sverige de senaste åren. Sadelgallmygga är en

växtföljdsparasit som övervintrar i fält med värdväxter som vete, korn och kvickrot. Eftersom den rör sig enbart korta sträckor, är den bunden till fält med ensidig vete- eller kornväxtföljd. På försöksplatsen odlades som nämnts vårvete 2001 och därefter höstvetet, vilket gav goda förutsättningar för denna skadegörare. År 2004 bekämpades hela försöket, även led A, med en pyretroid (Decis) tre gånger för att eliminera angrepp av sadelgallmygga, som annars riskerade att bryta ner grödan helt i obehandlade parceller.

### **Växtskyddsåret 2002**

Angreppet av vetets bladfläcksjuka (DTR) blev kraftigt i försöket men var förväntat med tanke på väderleken samt att förfrukten var vete och halmrester fanns på markytan. DTR utvecklades redan i maj, och vid stråskjutningen (DC 31) var 48 % av de tre översta bladen angripna. DTR gynnades av den varma och regniga försommaren och vid axgång fanns symtom på 65 % av de tre översta bladen (DC 55 den 10 juni). Den angripna bladytan var stor i det obehandlade ledet (45 % av flaggbladets yta) vid degmognad (DC 77), men svampbekämpningarna hade god effekt på de två översta bladen (se figur 4). Mjöldagg och rost förekom inte i försöket och inte heller i omgivningen.

Angreppen av stråknäckare var kraftiga i området men medförde ingen liggsäd, vilket bör ha begränsat skördeförlusterna. Stråbaserna visade tydliga symtom på våren och angreppen utvecklades så att även sommarindex blev höga, index 50 i led A. Vid index över 35 räknar man med att det finns ett samband mellan angrepp och skördesänkning. I försöket var index för både vår och sommar på exakt samma nivå som medeltalet för regionen (tabell 3). Skadorna av rotdödare var mycket små i försöket och inga skillnader rådde mellan behandlingarna (tabell 3). I området förekom dock fält med kraftiga skador.

Sädesbladlöss fanns i försöket men nådde aldrig upp till bekämpningströskeln. Angreppet kulminerade vid DC 75 med 4,5 löss/strå (bekämpningströskel vid DC 75 = 6 alternativt 12 löss/strå vid skördenivå över respektive under 8 ton/ha och vetepriiset 90 öre/kg). I västra Sverige var förekomsten av sädesbladlöss större än på flera år och bekämpningsbehov fanns i hälften av Växtskyddscentralens prognosfält. Vetemygga är normalt ett litet problem i västra Sverige men förekomsten har ökat något under de senaste åren. I försöket var skadorna små: 3 % kärnor med gula vetemyggor och 0 % med röda vetemyggor i det obehandlade ledet (A). I Växtskyddscentralens inventering 2002 fanns i genomsnitt 0,1 % angripna kärnor i västra Sverige.

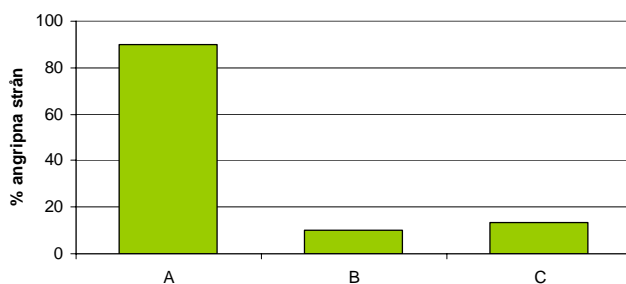
### **Växtskyddsåret 2003**

Symtomen av vetets bladfläcksjuka var mycket tydliga i försöket i maj och angreppet blev nästan lika kraftigt som 2002. Höstvetet var dock cirka två veckor senare utvecklat än 2002 fram till slutet av juli, då ovanligt hög temperatur (figur 3) påskyndade mognadsprocessen. Vid stråskjutningen (DC 31) hade 48 % av de tre översta bladen symtom och vid axgången (DC 53 den 23 juni) 32 %. Veckan därpå (DC 65) syntes sedan effekten av de båda senaste veckornas regn (jmf. figur 3), och angreppet ökade till 96 % av de tre översta bladen. Andelen angripen bladyta på t.ex. flaggbladet var dock betydligt mindre vid sen mjölmognad 2003, jämfört med graderingen vid degmognad år 2002 (figur 4). Varken mjöldagg eller rost fanns i försöket. Rostsvampar förekom inte i området och endast mindre angrepp av mjöldagg.

Angreppen av stråknäckare i regionen missgynnades av tunna vetebestånd och av väderleken under vinter och vårvinter, varför vårindex blev lågt. Svampen gynnades sedan av en regnig vår och försommar, vilket gjorde att sommarindex blev ganska högt (index 26 i led A), se tabell 3. Utvecklingen i försöket var identisk med utvecklingen i regionen. Även rotdödaren

främjades av den regniga våren och sommaren, och i försöket blev angreppet relativt kraftigt, motsvarande index 40. I tabell 3 syns effekten av betningen mot rottdödare i led C, som hade cirka 50 % effekt. Angreppet i försöket var större än i något av de 17 prognosfält som Växtskyddscentralen graderade, där medeltalet för index var 8 och maximivärdet 30.

Bladlöss förekom inte i försöket och angreppet av vetemyggor var litet: 4 % kärnor med gul vetemygga och 0,3 % med röd vetemygga i obehandlat led. Detta var på samma nivå som förekomsten av bladlöss och vetemyggor i området. Sadelgallmyggans ägg noterades i mitten av juni och senare fanns de sadelliknande gallerna på en stor andel (90 %) av stråna i det obehandlade ledet (A), se figur 5. Den pyretroidbehandling (Decis) som gjordes den 17 juni (ungefärligen i stadium DC 45) mot vetemygga hade god effekt även på sadelgallmyggan, och i de behandlade leden omfattade angreppet endast 10 % av stråna. Många förkortade strån observerades i de obehandlade parcellerna men däremot inga knäckta strån, vilket förekom i andra angripna fält.



Figur 5. Angrepp (% strån med gallor) av sadelgallmygga i led A-C, 2003. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1. LSD = 20.

### Växtskyddsåret 2004

Den torra och tidvis svala våren och försommaren medförde att höstvetet förblev friskt länge. Vid stråskjutningen (DC 31) var 18 % av de tre översta höstvetebladen i försöket angripna av vetets bladfläcksjuka. Endast 6 % angrepp fanns vid axgången (DC 57 den 14 juni). Angreppet tog fart först i juli, två veckor efter att det åter hade börjat regna, och vid DC 77 hade 74 % av de tre översta bladen symtom, men andelen angripen bladyta förblev liten (figur 4). Angreppet blev således betydligt svagare än under de föregående försöksåren. Mjöldagg och rost fanns inte heller detta år i försöket. Mjöldagg förekom mer än normalt i höstvete på den omgivande slätten, medan angrepp av rotsvampar uteblev i området.

Stråknäckaren hade liten betydelse i försöket. Vårindex var lågt och likaså sommarindex. I västra Sverige nådde inga fält upp till bekämpningströskeln, men den regniga perioden i juni-juli gynnade svampen, varför index ökade i vissa fält, men någon liggsäd observerades aldrig i området. Angreppen av rottdödare var svaga såväl i försöket som inom området i stort, se tabell 3. Eftersom hela försöket behandlades med pyretroid vid tre tillfällen, observerades inga insekter i försöket.

### *Inverkan av växtskyddsåtgärderna på kärnskördarna*

Syftet med växtskyddsåtgärderna var att hålla grödan så frisk som möjligt med hjälp av olika fungicider och insekticider. Att utvärdera betydelsen av varje enskild skadegörare är således inte möjligt, men en uppskattning kan göras utifrån de graderingar som gjorts samt försöksresultat från växtskydds försök i området (se Försöksrapporter för Mellansvenska försökssamar-

betet 2002, 2003, 2004). Fungicidbetningen mot rotdödare kan dock utvärderas eftersom den skiljer led C från led B.

I leden med bekämpningar av skadegörare (B och C) uppgick kärnskördarna både 2002 och 2004 till ca 7 500 kg/ha (tabell 4). År 2002 var inverkan på skörden av växtskyddsåtgärderna betydande, till skillnad från 2004 (se nedan). I ledet utan växtskyddsåtgärder (A) blev skördeutbytet 2002 omkring 5 500 kg/ha och i led B (bekämpning av svampangrepp ovan jord och av insekter) blev avkastningen 7 600 kg/ha, dvs. 38 % ökning. Orsaken var främst effekten av växtskyddsinsatserna på de kraftiga angreppen av bladfläcksvampar, framför allt DTR, men även en inverkan på stråknäckare kan ha haft betydelse. Det går inte heller att utesluta att insektsbehandlingen haft en viss effekt, eftersom det förekom en del sädesbladlös. Fungicidbetningen (led C) hade mindre betydelse för skörden (merutbyte 200 kg/ha jämfört med B).

År 2003 stannade avkastningen vid omkring 5 500 kg/ha i de båda växtskyddsbehandlade leden B och C (tabell 4). Orsaken till den lägre skörden detta år synes vara sen utveckling under vår och försommar samt därefter brådmognad, som medförde nedsatt liter- och tusenkornvikt (tabell 5). I ledet utan växtskyddsåtgärder (A) blev skördeutbytet 3 600 kg/ha och i led B (bekämpning av svampangrepp ovan jord och av insekter) blev avkastningen 5 400 kg/ha, alltså en ökning med 51%. Vetets bladfläcksjuka var vanlig i försöket, men erfarenheter från undersökningar i området visar att bladfläcksvamparna fick mindre betydelse p.g.a. brådmognaden i början av augusti. Istället hade angreppet av sadelgallmygga, som bekämpades effektivt i led B och C, troligen stor inverkan på skörden i led A. Angreppet av rotdödare var större detta år än övriga försöksår, men fungicidbetningen (led C) gav endast 270 kg/ha i merskörd (tabell 4).

År 2004 var höstveteskörden hög i samtliga tre led (tabell 4). Hela försöket hade behandlats med insekticider, varför effekterna av behandlingarna i led B och C bara avser resultatet av svampbekämpningarna. Skörden i led A blev drygt 7 000 kg/ha samt 7 700 kg/ha och 7 300 kg/ha i led B och C. Effekten av svampbehandlingarna i led B och C blev således måttliga, med avkastningsökningar på endast 9 respektive 4 %, vilket väl överensstämmer med andra försök i området. Svampsjukdomarna fick mycket liten betydelse detta år, eftersom försommaren var torr (fram till den 12 juni, figur 3) och tidvis sval.

I medeltal för de tre åren gav växtskyddsåtgärderna i led B och C ett merutbyte på 33 % respektive 35 %. Däremot blev proteinhalterna något lägre än utan bekämpningar (tabell 5), i genomsnitt ca 12,0 % i led B och C jämfört med 12,7 % i det obehandlade ledet (A). Orsaken torde främst vara, att den större skörden ledde till ”utspädning” av kvävet i kärnan.

Tabell 4. Kärnskördar av höstvetete (kg/ha, 15 % vattenhalt) 2002-2004.

Behandling	2002		2003		2004		Medeltal	
	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal
A Utan växtskyddsåtgärder*	5480	100	3600	100	7050	100	5380	100
B Bekämpning av svampangrepp ovan jord och av insekter*	7570	138	5440	151	7660	109	6890	133
C Bekämpning av svampangrepp ovan jord samt av rotdödare och insekter*	7760	142	5710	159	7330	104	6940	135
LSD	810	15	550	15	610	9	410	8

\*) Insekter bekämpades i alla tre leden 2004.

Tabell 5. Proteinhalt (total-N\*5,7), litervikt och tusenkornvikt hos höstvetekärna 2002-2004. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Proteinhalt, %				Litervikt, g/l				Tusenkorvikt, g			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	12,6	13,5	11,9	12,7	792	697	794	761	43,2	30,6	42,1	38,6
B	11,8	12,0	11,8	11,9	831	723	809	788	49,1	32,8	44,0	42,0
C	12,0	12,1	11,9	12,0	834	734	808	792	48,7	34,4	42,3	41,8
LSD	0,8	0,5	0,2	0,4	12	10	11	6	3,2	1,1	3,4	1,6

Även om proteinhalterna blev lägre i de växtskyddsbehandlade leden B och C, inlagrades i kärnskördarna i dessa led i medeltal 122 respektive 124 kg/ha jämfört med 100 kg N/ha i led A (tabell 6). De med kärnskördarna bortförda N-mängderna kan jämföras med den årliga N-gödslingen (180 kg N/ha). Växtskyddsinsatserna ökade verkningsgraden för gödselkvävet från i medeltal 42 % i ledet utan bekämpningar till ca 55 % i de båda behandlade leden (tabell 6), där verkningsgraden uttryckts som kväve i kärnan i procent av tillförd kvävegiva (i ”ordinarie” led) efter avdrag för kväveinnehållet i kärnskörderna i motsvarande del-led utan kvävegödsling (0N-led).

Tabell 6. Innehåll av totalkväve (kg/ha) i höstvetekärna 2002-2004 med och utan kvävegödsling (i ”ordinarie” led respektive 0N-led) samt gödselkvävet verkningsgrad (mermängd kväve i kärnan genom N-gödslingen i % av tillförd N-giva, 180 kg N/ha). För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Kväveinnehåll, med kvävegödsling				Kväveinnehåll, utan kvävegödsling under året i fråga				Gödselkvävet verkningsgrad*			
	kg N/ha				kg N/ha				%			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	103	73	125	100	15	24	38	26	49	27	49	42
B	133	98	135	122	18	21	26	22	64	43	61	56
C	139	103	130	124	21	29	28	26	66	41	56	54
LSD	16	7	9	7	5	7	5	3	10	5	7	4

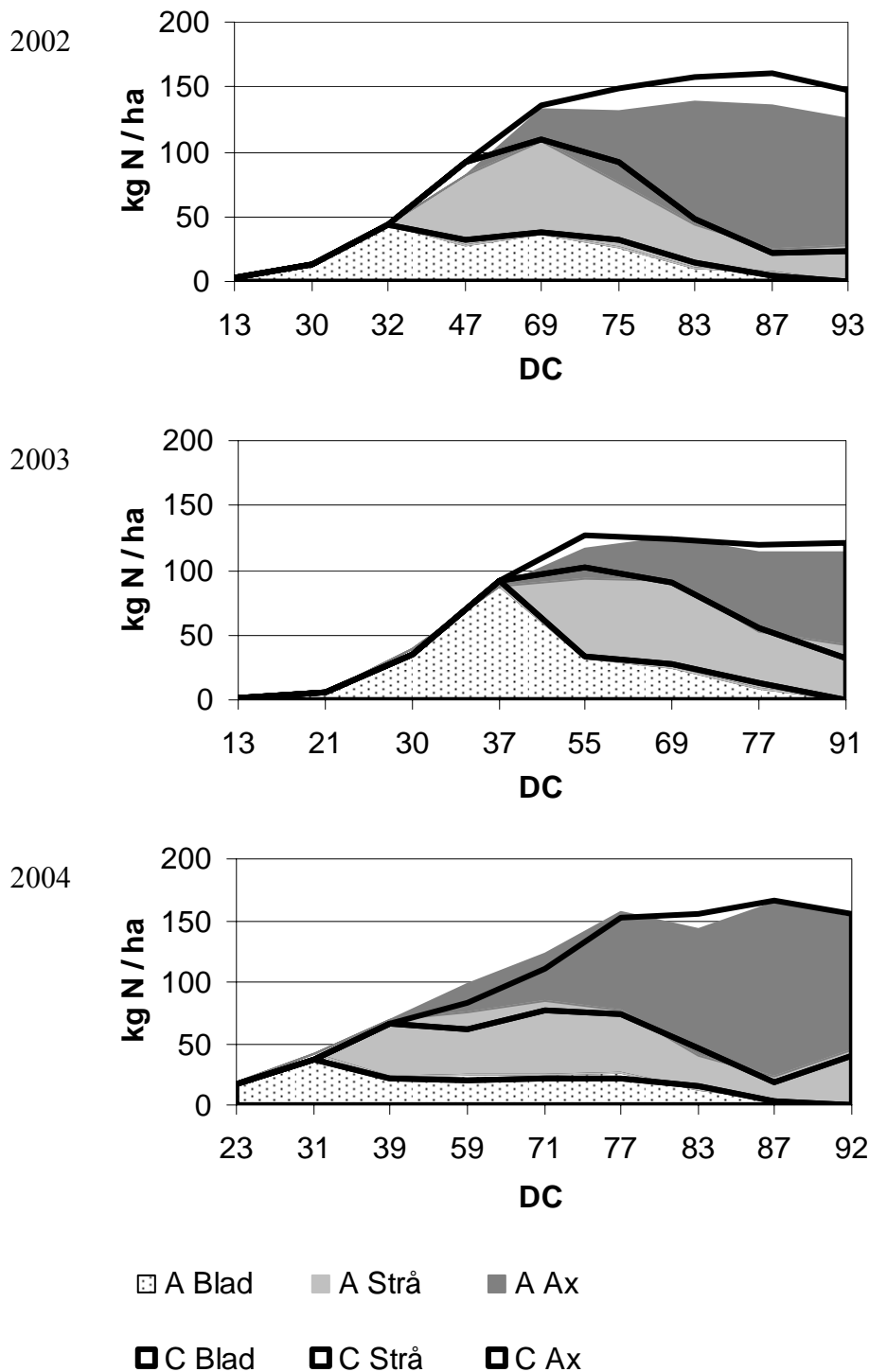
\*) Verkningsgrad (%) = 100\*(N i kärna i N-gödslat led - N i kärna i motsvarande icke N-gödslat del-led)/N-giva.

### ***Höstvetegrödans kväveinnehåll och kväveutnyttjande***

I början av varje växtsäsong utvecklade sig höstvetet likartat i de olika växtskyddsleden, men efter avslutad blomning (stadium DC 69) uppkom 2002 ingen egentlig ytterligare nettoökning av kväveinnehållet i led A utan växtskyddsinsatser (figur 6). Samtidigt fortsatte nettoinlagringen av kväve i led C (med bekämpning av svampangrepp ovan jord, rotdödare och insekter). År 2004, då den allmänna angreppsnivån var låg och insekter bekämpades i alla led, syntes däremot kväveinlagringen ha ett likartat förlopp i led A och C. Den effektivare translokeringen av kväve i det växtskyddsbehandlade C-ledet ledde med tiden till allt större kväveandel i kärnan (jmf. tabell 5), medan kväve i högre grad tenderade att bli kvar i de vegetativa växtdelarna i det obehandlade ledet. Kväveinnehållet i bladen tycktes helt avklinga fram emot



slutet av växetsäsongen. Det är dock troligt att allt inte translokerades till andra organ utan att del kväve kan ha förlorats från grödan, när bladen alltmer vissnade bort.



Figur 6. Förändringar av kväveinnehållet i olika växtdelar, utvisande bl.a. translokeringen av kväve från vegetativa till reproduktiva organ, under växetsäsongens lopp i led A utan växtskydd (men med insektsbekämpning 2004) och i led C (med bekämpning av svampangrepp ovan jord samt av rotdödare och insekter).

Växtskyddsåtgärderna i led B och C ledde tillsammans med kvävegödslingen till att höstvete-grödan vid avslutad kväveupptagning under sensommaren innehöll något mer kväve i led B och C än i A, men skillnaderna var inte statistiskt signifikanta (tabell 7). I medeltal för de tre

åren innehöll den ovanjordiska vetegrödan i led A 123 kg N/ha, och i led B och C fanns ytterligare 4 respektive 13 kg N/ha. Minskas kväveinnehållet i det N-gödslade höstvetet med den motsvarande N-mängden i grödan i icke N-gödslat del-led (0N), erhålls en utnyttjandegrad för gödselkvävet på i genomsnitt 49 % i A-ledet och 52 % i led B och 56 % C (tabell 7), dock inte heller detta statistiskt signifikant. Att skillnaderna inte blev så tydliga med avseende på kväveinnehållet i hela grödan (tabell 7) i jämförelse med enbart kärnan (tabell 6), förklaras uppenbarligen av det större kväveinnehållet i halmen i led A (tabell 8). År 2004 blev trots god skörd gödselkvävet utnyttjandegrad sämre än 2002. Detta synes bero på att mer utnyttjbart markkväve fanns till höstvetets förfogande (se nedan), samtidigt som hela grödans N-innehåll som nämnts blev något mindre än 2002 i led B och C. Hög nederbörd under den senare hälften av juni och i juli 2004 (figur 3) kan också ha inverkat genom uppkomst av kväveförluster.

Tabell 7. Innehåll av totalkväve (kg/ha) i de ovanjordiska delarna av höstvetegrödan 2002-2004, med och utan kvävegödsling (i ”ordinarie” led respektive 0N-led), samt gödselkvävet utnyttjandegrad (mERMängd kväve i hela grödan genom gödslingen i procent av tillförd N-giva, 180 kg N/ha). För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Kväveinnehåll i grödan, med kvävegödsling				Kväveinnehåll i grödan, utan kvävegödsling under året i fråga				Gödselkvävet utnyttjandegrad*			
	kg N/ha				kg N/ha				%			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	125	114	131	123	21	35	50	35	58	44	45	49
B	129	125	128	127	20	33	50	33	61	53	44	52
C	147	122	138	136	23	36	49	36	69	48	50	56
Medel	134	120	132	129	21	34	50	35	63	48	46	52
LSD	49	19	20	18	11	5	18	6	30	10	17	13

\*) Beräkning: utnyttjandegrad (%) =  $100 \cdot (N \text{ i gröda i N-gödslat led} - N \text{ i gröda i motsvarande icke N-gödslat del-led}) / N\text{-giva}$ .

Tabell 8. Kväve i mogen halm i kvävegödslade, ”ordinarie” led och kväveindex avseende förhållandet mellan kväve i kärna och kväve i hela grödan. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Kvävehalt i halm, % av ts				Kvävemängd i halm, kg/ha				Index: förhållande mellan kväve i kärna och kväve i hela grödan			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	0,57	0,65	0,79	0,67	28	42	39	36	0,78	0,63	0,70	0,70
B	0,45	0,52	0,65	0,54	22	34	31	29	0,83	0,73	0,76	0,77
C	0,43	0,55	0,69	0,56	24	33	35	30	0,84	0,73	0,74	0,77
LSD	0,13	0,13	0,07	0,07	12	8	2	3	0,04	0,05	0,03	0,02

De större kvävemängderna i grödan i leden med växtskyddsinsatser förklaras inte helt av mer kväve i kärnskörderna i dessa led än i det obehandlade ledet (jmf. tabell 6). I det senare var det uppenbarligen så, att translokeringen av kväve från de vegetativa växtdelarna till ax och kärnor försämrades till följd av de större angreppen. Detta framgår av tabell 8, som visar att kvä-

vehalterna i halmen vid mognad var högre i led A: i medeltal 0,67 % av ts i led A samt 0,54 % och 0,56 % i B respektive C. Lägst var halterna 2002, då gödselkvävet verkningsgrad med avseende på procent gödsel-N i kärnsörden också blev bäst (tabell 6). Variationen i andelarna kväve dels i kärna och dels i halm redovisas i tabell 8 som ett index avseende förhållandet mellan N-mängden i kärnsörden och summan av N-innehållet i kärna och halm. Ju högre indexvärdet är, desto mindre kväve fanns kvar i halmen i jämförelse med N-innehållet i kärnan. Växtskyddsåtgärderna i B och C ledde uppenbarligen till högre indexvärde under alla åren. Detta tyder på att den friskare örödan i dessa led var i stånd att överföra kväve (liksom andra ämnen eller metaboliter) på ett effektivare sätt till ax och kärna. I en kraftigare angripen öröda torde kväve i organ, som mer eller mindre skadats eller dödats, i större utsträckning bli kvar ”utnyttjat” i dessa växtdelar vid plantornas fortsatta tillväxt och ämnesomsättning, och angrepp kan dessutom hämma ämnestransporten i växternas ledningsbanor.

### ***Utnyttjande av gödselkväve och växttillgängligt markkväve***

#### **Utnyttjbart markkväve och kvävemineralisering under växtsäsongen**

Utöver gödselkväve stod mindre eller högst måttliga mängder växttillgängligt markkväve till örödans förfogande (tabell 9). Detta jordkväve fastställdes här som nämnts genom bestämning av totalkväveinnehållet i örödans ovanjordiska delar i de icke N-gödslade 0N-leden, med tillägg för skattat kväveinnehåll i rötterna. Principiellt kan det växttillgängliga jordkvävet anses härröra dels från den utnyttjbara delen av det övervintrande mineralkväveförrådet på våren och dels från de N-mängder som mineraliserats under växtsäsongen (Scharpf, 1977).

Höstvetet utnyttjade under åren 2002, 2003 och 2004 i medeltal 28, 45 respektive 66 kg markkväve per ha, utan några påtagliga ledvisa skillnader orsakade av växtskyddsbehandlingarna (tabell 9). Det växttillgängliga jordkvävet utgjordes till övervägande delen av kväve som mineraliserats under växtsäsongen (tabell 9), medan de övervintrande mineralkväveförråden var små, särskilt 2002 (tabell 11). Kvävemineraliseringstillskotten uppgick sålunda till i medeltal 28, 29 och 48 kg N/ha under åren 2002, 2003 respektive 2004. En förklaring till de större mängderna 2004 kan vara torrare vår och försommar, som under denna del av växtsäsongen troligen medförde mindre N-förluster än annars. Det markkväve som i praktiken utnyttjats av örödan kan nämligen betraktas som en nettomängd uppkommen genom faktiska N-mineraliseringstillskott med avdrag för N-förluster under växtsäsongen (främst troligen genom denitrifikation men här endast i liten utsträckning genom N-utlakning).

Tabell 9. Utnyttjbart markkväve (kg/ha) bestämt som grödans N-innehåll i 0N-leden (inkl. skattad N-mängd i rötterna) och kvävemineralsättningstillskott under växtsäsongerna 2002-2004. Med växtsäsong avses här perioden från kväveprofilprovtagning tidigt på våren till gröd- och kväveprofilprovtagning en kortare tid efter det att grödans N-upptagning hade avslutats på sensommaren. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Utnyttjbart markkväve				Kvävemineralsättningstillskott			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	28	47	67	47	27	29	44	33
B	27	41	66	45	26	26	50	34
C	31	47	65	48	29	33	51	38
Medeltal	28	45	66	47	28	29	48	35
LSD	15	7	24	8	15	8	22	7
Period	28.3-9.8	31.3-12.8	31.3-25.8		28.3-9.8	31.3-12.8	31.3-25.8	

Mängderna växttillgängligt markkväve var liksom kvävemineralsättningstillskotten generellt sett små, vilket torde bero på långvarig ensidig spannmålsodling på försöksplatsen. Tillgången på sådant kväve år 2002 och 2003 var mindre än de mängder som i medeltal fastställdes i tidigare undersökningar på gårdar utan djurhållning (Lindén, 1987). Detta torde i sin tur ha medverkat till bättre verkningsgrad för gödselkvävet (särskilt 2002) än i andra fall med hänsyn till den relativt stora N-giva som årligen tillfördes (180 kg N/ha).

Av tabell 9 framgår att växtskyddsåtgärderna knappast påverkade mängderna utnyttjbart jordkväve, såsom de fastställdes i 0N-leden. Sämre kväveutnyttjande hos grödan i det icke växtskyddsbehandlade A-ledet skulle emellertid teoretiskt sett ha kunnat medföra, att en del av det kväve, som inte återfanns i grödan under växtsäsongen och ej heller togs bort med kärnsörden, istället i någon mån blev växttillgängligt under de efterföljande åren. Någon tydlig sådan verkan synes enligt tabell 8 dock inte ha uppkommit med åren.

### Mineralkväve i marken under olika årstider

Mängderna mineralkväve i marken under växtsäsongen avtar vid spannmålsodling normalt fram till avslutad kväveupptagning, då en outnyttjbar mineralkväverest om ca 15-25 kg N/ha vanligen återstår inom 0-90 cm markdjup (Lindén, 1981; Lindén et al., 1993 och 1999). I föreliggande undersökning var mineralkväveresterna vid avslutad N-upptagning (i augusti) också i denna storleksordning (tabell 10). Restmängderna blev dock större i led A utan växtskyddsåtgärder (i medeltal 21 kg N/ha) än i led B och C (båda 16 kg/ha).

I de icke N-gödslade del-leden (0N) blev mineralkväveresterna mindre, i storleksordningen 11-15 kg N/ha (0-90 cm), utan några tydliga olikheter till följd av växtskyddsåtgärderna (tabell 10). Skillnaden i mineralkväveförbehåll vid avslutad N-upptagning mellan "ordinarie" N-gödsling och icke N-gödsling kan sägas belysa, hur kvävegödslingen påverkat restmängderna. I ledet utan växtskyddsinsatser ökade gödslingen uppenbarligen mineralkväveresterna med 8 kg N/ha, medan ökningen i led B och C uppgick till 3 respektive 4 kg N/ha. De senare skillnaderna mellan N-gödsling och ogödsling överensstämmer väl med tidigare undersökningar (Lindén et al., 1992b, 1993 och 1999). Eftersom det efter den tidpunkt då en spannmålsgröda

slutat ta upp kväve i normalfall inte finns någon kväveupptagande växtlighet, innebär större mineralkväverester ökad N-utlakningsrisk.

Tabell 10. Mineralkväve (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N), kg/ha, inom 0-90 cm markdjup en kort tid efter avslutad kväveupptagning. Provtagningen utfördes i början av skördemognaden (DC 91-93). För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Med kvävegödsling				Utan kvävegödsling under året i fråga				Kvarvarande, icke utnyttjat göd-selkväve*			
	kg N/ha				kg N/ha				%			
Datum	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	17	30	17	21	13	14	11	13	4	15	6	8
B	13	22	14	16	12	15	12	13	1	7	2	3
C	14	20	15	16	11	13	13	13	3	7	2	4
LSD	2,7	8,9	4,7	3,9	1,4	2,4	2,9	1,5	2,7	7,8	3,9	2,8

\*) Beräknat som differensen i mineralkvävemängd mellan "ordinarie" N-gödslat led och motsvarande icke N-gödslat del-led (0N-led).

Tabell 11. Mineralkväve (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N), kg/ha, inom 0-90 cm markdjup under senhöst och tidigt under efterföljande vår samt kväve (kg/ha) i de ovanjordiska delarna av höstvetebrodden på senhösten. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	Mineralkväve på senhösten				Mineralkväve tidigt under efter-följande vår				Kväve i höstvetebrodden på senhösten		
	2002	2003	2004	Medel-tal	2003	2004	2005	Medel-tal	2002	2003	2004
Sådatum									19.9	22.9	1.10
Provtag-nings-datum	22.11	19.11	29.11		28.3	31.3	4.4		22.11	19.11	29.11
A	22	31	27	27	32	34	26	31	ca 1*	2,8**	ca 2**
B	19	22	24	22	30	28	22	27	ca 1*	1,8**	ca 2**
C	21	21	24	22	27	27	27	27	ca 1*	1,9**	ca 2**
LSD	2,2	8,7	7,0	2,8	5,1	4,6	4,6	5,8			

\*) Ingen provtagning gjordes, varför värdena har skattats på basis av utvecklingsstadiet (1-bladsstadiet), jmf Lindén et al. (2000).

\*\*\*) 2-2,5-bladsstadiet 2003 och 2-bladsstadiet 2004. Värdena för 2004 har skattats.

Av tabell 11 framgår att det även på senhösten återfanns större mineralkväveförråd i marken i led A utan växtskyddsåtgärder än i de behandlade leden B och C. Samtliga år 2002-2004 såddes höstvetet relativt sent, varför denna grödas tillväxt och N-upptagning på hösten blev obetydlig (tabell 11). Höstvetebroddens N-upptag fram till senhösten, fastställt genom provtagning 2003 men skattat 2002 och 2004 på basis av uppgifter från Lindén et al. (2000), kan därför knappast ha minskat N-utlakningsrisken. Från senhöstarna 2002 och 2003 fram till vårarna 2003 och 2004 ökade mineralkväveförråden, uppenbarligen genom att N-mineraliseringsstillskotten översteg förlusterna i storlek. De största förråden på våren (i månadsskiftet mars-april) fastställdes i led A (31 kg N/ha) och något mindre i led B och C (27 kg/ha), se tabell 11. Statistiskt signifikant skillnad mellan förråden på våren uppmättes dock bara 2004.

## Kväveförluster

### Kväveutlakning

Utlakningen av kväve redovisas för s.k. agrohydrologiska år (den 1/7–30/6). Efter alla tre försöksåren blev medelutlakningen visserligen något större i led A än i de växtskyddsbehandlade leden, men skillnaderna var aldrig statistiskt signifikanta (tabell 12). Trots signifikanta skillnader i kväveeffektivitet (tabell 6) och mineralkväverester i marken (tabell 10 och 11) gick det alltså inte att påvisa statistiskt signifikanta skillnader i utlakning. Olikheter i utlakning mellan behandlingarna var små men desto större mellan skilda rutor med samma behandling, troligtvis beroende på avvikelser i de hydrologiska förhållandena rutorna emellan. Under det första året (2002/2003) uppgick utlakningen av totalkväve, efter den första höstvetegrödan i försöket, till 9,0 kg N/ha i det obehandlade ledet A samt till 7,7 kg/ha och 7,8 kg/ha i led B respektive C med växtskyddsåtgärder (tabell 12). Under 2003/2004 ökade skillnaderna mellan leden något, även nu med störst förlust i led A. Under det sista året 2004/2005 blev utlakningen liten i alla led.

Tabell 12. Årlig utlakning av totalkväve (kg/ha) och avrinning (mm) via dräneringsledningarna under agrohydrologiska år (den 1.7–30.6). För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1.

Led	2001/2002*	2002/2003	2003/2004	2004/2005	Medel 2002/2003- 2004/2005
A	8,1*	9,0	13,2	6,5	9,6
B	10,1*	7,7	11,3	6,3	8,4
C	9,8*	7,8	12,1	5,9	8,6
LSD	8,4	5,1	8,7	3,4	5,0
Avrinning	260	180	270	270	250

\*År 2001/2002, dvs. det agrohydrologiska året före den egentliga försöksperioden, har tagits med som en kontroll, då kväveutlakningen detta år knappast kan ha påverkats av de ledvisa försöksbehandlingarna. Grundförhållandena under den vintern är dock inte jämförbara med senare år, då detta år även bör räknas som ett utjämningsår efter anläggningen av försöksfältet 2001.

### Ammoniakavgång från grödan

En hypotes beskriven i inledningen anger att angrepp av skadegörare på grödan, med skador i form av döda växtceller som följd, skulle kunna leda till ammoniakavgång, när det organiska kvävet i de skadade delarna av växten börjar frigöras i samband med nedbrytning av dött växtmaterial. För att belysa detta bestämdes som nämnts ammoniakavgången från höstvetet 2002 och 2003 under de delar av växtsäsongen då skadegörarangreppens verkningar ansågs bli påtagliga: från månadsskiftet juni-juli till början av augusti (tabell 13). Förlusterna genom ammoniakavgång under dessa perioder blev dock obetydliga i jämförelse med de totalt upptagna N-mängderna i grödan (jmf. tabell 7). I medeltal för de båda åren uppmättes 0,27 kg NH<sub>3</sub>-N per ha i led A (utan växtskydd), 0,20 kg/ha i led B och 0,08 kg/ha i C. Således uppkom trots de små mängderna de största förlusterna i ledet utan växtskydd, vilket gäller båda åren.

Tabell 13. Ammoniakavgång (kg N/ha) från höstvetebeståndet under växtsäsongerna 2002 och 2003. Ingen mätning utfördes 2004. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 1 och 4.

Led	2002	2003	Medeltal
A	0,23	0,31	0,27
B	0,12	0,27	0,20
C	0,04	0,11	0,08
Mätperiod	27/6 - 6/8	3/7 - 8/8	

### ***Kvävebalans***

Av de kvävebalanser som redovisas i tabell 14 framgår, att kväveöverskott uppkom i alla tre leden, dock i störst omfattning i ledet utan växtskydd (A). Någon egentlig skillnad mellan de växtskyddsbehandlade leden B och C orsakad av bekämpningen av rottdödare i det senare ledet kan här inte fastställas. Det kan vidare endast spekuleras i, vart det kväve som utgör överskott i balanserna tagit vägen. Denitrifikation, N-immobilisering och i viss mån ammoniumfixering i lermineral är möjliga orsaker. När det gäller kvävet i ledet utan växtskydd, har uppenbarligen N-förlusterna genom ökad ammoniakavgång från grödan marginell betydelse för kvävebalanserna. Detta gäller även den tilltagande N-utlakningen, om man begränsar sig till de få år denna undersökning har omfattat.

Tabell 14. Kvävebalanser (kg N/ha) avseende kvävetillskott till grödan och detta kväves "öde" under inverkan av växtskyddsåtgärderna, medeltal för åren 2002-2004.

Kväveparameter	A. Utan växtskyddsåtgärder*	B. Bekämpning av svampangrepp ovan jord och av insekter*	C. Bekämpning av svampangrepp ovan jord samt av rottdödare och insekter*
<b><i>Kvävetillskott</i></b>			
Gödselkväve	180	180	180
Utnyttjbart markkväve	47	45	48
Summa kvävetillskott	227	225	228
<b><i>Kvävets "öde"</i></b>			
Kväve bortfört med kärnskorpen	100	122	124
Kväve i halm återbördad till marken	36	29	31
Kväve i rötter (beräknat)	31	33	34
Ammoniakavdunstning från grödan	0,27	0,20	0,08
Utlakning av totalkväve	9,6	8,4	8,6
Summa	177	193	198
Differens (kväveöverskott)	50	32	30

\*) Insekter bekämpades i alla tre leden 2004.

Det större kväveöverskottet i led A utan växtskydd avspeglas till en mindre del i de ökade mineralkväveresterna i detta led vid avslutad N-upptagning (tabell 10). Detta kan tolkas som att något mer outnyttjat kväve hade lämnats kvar i marken av grödan i ledet utan växtskydd, vilket då bl.a. skulle bero på att skadorna av angreppen försämrade kväveupptagningen. En annan eller bidragande förklaring kan vara att kväve, som faktiskt tagits upp men som ej kunnat återfinnas i grödan i det obehandlade ledet, förlorats från skadade växtdelar i oorganisk form och införlivats i markens mineralkväveförråd. Kväve från grödan kan emellertid även ha återförts i organisk form till marken. Detta skulle kunna ske genom att organiska föreningar utlakas från skadade växtdelar. Härtill återfördes större mängder kväve till marken med hal-

men i det obehandlade ledet än i leden med växtskydd (tabell 8). I den mån sådant organiskt kväve framgent frigörs under vinterhalvåret, kan det tänkas ge upphov till ökade N-förluster genom utlakning och även genom denitrifikation. De större årliga N-överskotten utan växtskydd skulle kunna innebära, att det till följd av angrepp med åren anhopas alltmer sådant organiskt kväve i marken, som efterhand kommer att frigöras.

## Slutsatser

Den ensidiga veteodlingen i försöket gav upphov till kraftiga skador av vetets bladfläcksjuka och sadelgallmygga. Även andra skadegörare som gynnas av ensidig veteodling förekom enstaka år, såsom stråknäckare och rotdödare. Däremot blev veteodlingen inte något problem. Skadegörarna bekämpades effektivt, framför allt bladfläcksvamparna och sadelgallmygga, med växtskyddsåtgärderna i led B och C, och skördeökningarna blev betydande två av tre år. Vetets bladfläcksjuka fick mycket varierande betydelse för kärnskorde beroende på väderleken under de olika försöksåren. Vädret under det första året gynnade denna svampsjukdom, medan väderleken år 2 ledde till snabb avmognad och år 3 till sen sjukdomsutveckling, och därmed fick sjukdomen liten betydelse för kärnfyllnaden detta år. Angreppet av sadelgallmygga var oväntat, eftersom det är en mycket ovanlig skadegörare, men visar på risken med en ensidig veteodling. Övriga graderade skadegörare fick troligen mindre betydelse för avkastningen.

De större kärnskordearna i leden med växtskydd i jämförelse med det obehandlade ledet sammanhänger bl.a. med högre liter- och tusenkornvikter. Detta visar att kärnutvecklingen gynnades av att höstvetegrödan hölls friskare. Även om växtskyddsåtgärderna medförde något sänkt proteinhalt i kärnan, innehöll kärnskordearna i de behandlade leden i genomsnitt närmare 25% mer kväve totalt sett, vilket ökade gödselkvävetverkningsgrad i detta avseende från i medeltal 42% utan växtskyddsinsatser till ca 55% med sådana. I de behandlade leden innehöll dessutom hela vetegrödan (inkl. halm och rötter) mer kväve vid avslutad kväveupptagning i augusti. Detta berodde helt på större N-mängd i kärnskorde, samtidigt som den mogna halmen hade mindre totalkväveinnehåll. Förhållandet tyder på att den friskare grödan i leden med växtskyddsinsatser var i stånd att överföra kväve på ett effektivare sätt från de vegetativa växtdelarna till ax och kärna. I en kraftigare angripen gröda synes kväve i organ, som mer eller mindre skadats, i större utsträckning bli kvar ”outnyttjat” i dessa växtdelar vid plantornas fortsatta tillväxt och ämnesomsättning, och angrepp kan dessutom hämma ämnestransporten som sådan i växternas ledningsbanor.

Sämre kväveutnyttjande hos grödan i det icke växtskyddsbehandlade ledet skulle emellertid teoretiskt sett ha kunnat medföra, att en del av det kväve, som inte återfanns i grödan under växtsäsongen och ej heller togs bort med kärnskorde, istället i någon mån blev växttillgängligt under de efterföljande åren. Någon tydlig sådan verkan förefaller dock inte ha uppkommit under de få år som undersökningarna omfattat, även om mineralkväveförråden under efterföljande vår blev större med åren där grödan inte växtskyddsbehandlats. Denna kvävesituation på våren sammanhänger emellertid med mer kvarvarande, ”outnyttjat” kväve i mineralisk form i marken (0-90 cm) vid tiden för avslutad kväveupptagning (i augusti) året innan.

Detta bör även ha bidragit till att kväveutlakningen under vinterhalvåret ökade i ledet utan växtskydd, även om denna ökning inte kunde fastställas statistiskt. Kväveförlusterna genom ammoniakavdunstning var emellertid obetydliga under den del av växtsäsongen då skadegörarnas angrepp utvecklades, men en tendens fanns till större  $\text{NH}_3\text{-N}$ -avgång där grödan inte växtskyddsbehandlats. De gjorda kvävebalanserna visar utöver dessa förluster att det gödsel-



och markkväve, som stod till höstvetets förfogande (årligen totalt ca 225 kg N/ha), gav upphov till ett "överskott" på 50 kg N per ha och år i ledet utan växtskydd. Detta kväves "öde" kan här inte redovisas. Med växtskyddsinsatserna reducerades detta överskott till ca 30 kg N/ha som medeltal för åren 2002-2004. Det kan förmodas att skillnaden (omkring 20 kg N/ha) utgörs av kväve som ingår i någon organisk kvävepool, från vilken framgent kväve kan komma att frigöras. Långvariga studier av hur sådant "överskottskväve" omsätts i jorden vore önskvärda.

Av undersökningarna kan sammantaget slutsatsen dras, att grödor som hålls friska totalt sett medför bättre kväveutnyttjande. Detta bidrar i sin tur till mindre mineralkvävemängder i marken under höst och vinter och därmed till mindre risk för utlakning. Dessa förhållanden har här visats genom insats av kemiska bekämpningsmedel, men liknande verkningar bör i varierande utsträckning även kunna erhållas genom förbättrade växtföljder och motståndskraftigare sorter.

## Summary

During a three-year period (2002-2004), studies were carried out on nitrogen dynamics and losses during cultivation of winter wheat as influenced by disease and insect attacks. Three treatments with different degrees of plant protection (fungicides and pesticides??) were tested in a field trial on a silty clay soil in south-western Sweden. The wheat crop was continually inspected for pests and diseases. Direct measurements of nitrogen leaching were performed in tile-drained field plots equipped with individual collectors for drainage water. Ammonia emissions from the wheat stands were measured in one replicate plot during the first two growing seasons. Nitrogen accumulation and distribution in plants were investigated by sampling the crop at different stages of development and analysing different plant parts for total nitrogen content. Soil mineral nitrogen was determined within the 0-90 cm soil layer in early spring, at yellow ripeness and in November.

Grain yield and grain nitrogen efficiency were always significantly larger and mean residual soil mineral nitrogen levels (at maturity and in November) significantly lower in the treatments with crop protection. At maturity, total N concentration in the straw was significantly higher in the treatment without plant protection. Mean nitrogen leaching was greater in the treatment without crop protection but the differences were not statistically significant. Ammonia emissions tended to be somewhat smaller in fungicide-treated wheat stands, but were very small in all treatments. The better N use efficiency with crop protection was probably due to a combination of larger N amounts in above-ground plant parts and better N translocation to grain when diseases were reduced.

## Litteratur

- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. Third edition. Academic press, inc., San Diego, USA. 803 pp.
- Bremner, J. M. & Keeney, D.R. 1966. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3. Exchangeable ammonium, nitrate, and nitrite by extraction-distillation methods. Soil Science Society of America Proceedings 30, 577-582.
- Ferm, M. 1979. Method for determination of atmospheric ammonia. Atmospheric Environment 13, 1385-1393
- Ferm, M. 1983. Ammonia volatilization from arable land - An evaluation of the chamber technique. In Observation and measurement of atmospheric contaminants. WMO Special environmental report 16, 145-172
- Ferm, M. and Rodhe, H. 1997. Measurements of air concentrations of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> at rural and remote sites in Asia. Journal of Atmospheric Chemistry 27, 17-29
- Försöksrapport 2002 för Mellansvenska försökssamarbetet. 2003. Hushållningssällskapens multimedia. ISSN 1401-2561, ISBN 91-88668-46-0.
- Försöksrapport 2003 för Mellansvenska försökssamarbetet. 2004. Hushållningssällskapens multimedia. ISSN 1401-2561, ISBN 91-88668-49-5.
- Försöksrapport 2004 för Mellansvenska försökssamarbetet. 2005. Hushållningssällskapens multimedia. ISSN 1401-2561, ISBN 91-88668-52-5.
- Goulding, K. 2000. Nitrate leaching from arable and horticultural land. Soil Use and Management 16, 145-151.
- Grasshoff, K. 1964. Determination of nitrate in sea and drinking water (in German). Kieler Meeresforsch 20, 5-11.
- Gröntoft, M. 1993. An information-management system for pest warning in field crops in Sweden. Bulletin OEPP/EPPO 23, pp 627-637.
- Haak, E., Lindén, B. & Persson, P. J. 1994. Kväveflöden i olika odlingsssystem. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport 194, 22 s.
- Hansson, A.-C., Pettersson, R. & Paustian, K. 1987. Shoot and root production and nitrogen uptake in barley, with and without nitrogen fertilization. Z. Acker Pflanzenb. 158, 163-171.
- Lindén, B. 1981. Sambandet mellan odlingsåtgärderna och markens mineralkväveförråd. Kungl. Skogs- och lantbruksakademien, rapport nr 5, 1981, 67-123.
- Lindén, B. 1987. Mineralkväve i markprofilen och kväveminerialisering under växtsäsongen. I: Kvävestyrning till stråsäd - dagsläge och framtidsmöjligheter. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, rapp. 24, 23-46.
- Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J., Søgaard, K. & Kjellerup, V. 1992a. Nitrogen mineralization during the growing season. I. Contribution to the nitrogen supply of spring barley. Swedish J. agric. Res. 22: 3-12.
- Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J., Søgaard, K. & Kjellerup, V. 1992b. Nitrogen mineralization during the growing season. II. Influence of soil organic matter, and effect on optimum nitrogen fertilization of spring barley. Swedish J. agric. Res. 22: 49-60.
- Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1993. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva - studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 33, 37 s.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M. & Rydberg, T. 1999. Kväveminerialisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 51, 57 s.
- Lindén, B., Roland, J. och Tunared, R. 2000. Höstsäds kväveupptag under hösten. *Nitrogen uptake of winter cereals during autumn*. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges lantbruksuniversitet. Serie B Mark och växter, rapport 5, 23 s.
- Mattsson and Schjoerring (2003) Senescence-induced changes in apoplastic and bulk tissue ammonia concentrations of ryegrass leaves. New Phytologist, 160, 489-499.
- Scharpf, H.-C. 1977. Der mineralstickstoffgehalt des Bodens als Maßstab für den Stickstoffdüngerbedarf. Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Universität Hannover, 172 s.
- Växtskyddsåret 2002. Västergötland, Dalsland, Bohuslän och Värmland. Jordbruksinformation 9-2002, Jordbruksverket. ISSN 1102-8025.
- Växtskyddsåret 2003. Västergötland, Dalsland, Bohuslän och Värmland. Jordbruksverket. [www.sjv.se/vsc](http://www.sjv.se/vsc)
- Växtskyddsåret 2004. Västergötland, Dalsland, Bohuslän och Värmland. Jordbruksverket. [www.sjv.se/vsc](http://www.sjv.se/vsc)
- Wagner, R. 1974. A new method for automated nitrate determination in sea water using the AutoAnalyzer (in German). Technicon Symposium, Frankfurt am Main.
- Wetselaar, R. and Farquhar, G.D. 1980. Nitrogen losses from tops of plants. Advances in Agronomy, 33, 263-301.

## Förteckning över utgivna rapporter i serie B Mark och växter:

1. Lindén, B. 1997. Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröda vid ekologisk odling av höstvetete och havre. *Human urine as a nitrogen fertilizer applied during crop growth to winter wheat and oats in organic farming*. Rapport 1.
2. Lindén, B., Roland, J., Carlgren, K., Engström, L. och Tunared, R. 1997. Jämförelser mellan olika odlingssystem med konventionell och minimerad jordbearbetning, med och utan fånggrödor: växtproduktion, kväveförlustrisker och synpunkter på ekonomi. Resultat från undersökningar vid Östads säteri i Västergötland 1985-95. Rapport 2.
3. Engström, L. och Gruvaeus, I. 1998. Ekonomiskt optimal kvävegödsling till höstvetete, analys av 160 försök från 1980 till 1987. Rapport 3.
4. Engström, L. 2000. Axanlagsstudier i höstvetete 1999. Skillnader i utvecklingstakt mellan tidiga höstvetesorter och Kosack. *A study of apex development in winter wheat varieties 1999*. Rapport 4.
5. Lindén, B., Roland, J. och Tunared, R. 2000. Höstsäds kväveupptag under hösten. *Nitrogen uptake of winter cereals during autumn*. Rapport 5.
6. Nyberg, A. och Lindén, B. 2000. Dokumentation av ekologiska växtodlingsgårdar i västra Sverige 1996-98. Rapport 6.
7. Engström, L., Lindén, B. och Roland, J. 2000. Höstraps i Mellansverige - Inverkan av såtid och ogräsbekämpning på övervintring, skörd och kvävehushållning. *Winter oilseed rape in central Sweden – effects of sowing and herbicide use on winter survival, yield and nitrogen efficiency*. Rapport 7.
8. Lundström, C. och Lindén, B. 2001. Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvetete, vårvete och vårkorn i ekologisk odling. *Nitrogen effects of human urine, meat bone meal (Biofer) and chicken manure (Binadan) as fertilisers applied to winter wheat, spring wheat and spring barley in organic farming*. Rapport 8.
9. Nyberg, A., och Lindén, B. 2002. Inomfältvariationer i avkastning och grovfoderkvalitet på ett vallskifte 1999-2001. *Within-field variations in forage yield and quality of a grass-dominated ley in southwest Sweden 1999-2001*. Rapport 9.
10. Lindén, B., Engström, L. och Ericson, L. 2003. Nitrifikation av ammonium i nötflytgödsel efter tillförsel till jord tidigt och sent på hösten. *Nitrification of ammonium in dairy slurry applied to soil in early and late autumn – implications for the risk of nitrate leaching*. Rapport 10.
11. Engström, L. och Lindén, B. 2003. Skillnader i utvecklingstakt och kväveupptag i tidigt och sent höstvetete – växtodlingssäsongerna 2000-2002. *Differences in development and nitrogen uptake in early and late winter wheat varieties during 2000-2002*. Rapport 11

## Förteckning över utgivna rapporter på Avdelningen för Precisionsodling:

1. Lundström, C., Roland, J., Tunared, R. och Lindén, B. 2004. Jämförelser mellan jordbearbetnings-system på lätt och styv lera – produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder. Resultat från undersökningar vid Östads säteri i Västergötland 1996 – 2003. Rapport 1.
2. Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J. och Helander, C.A. 2005. *Utveckling av hållbara och produktiva odlingsystem – karakterisering av lerjord. Developing sustainable and productive cropping systems – characterisation of a clay soil.* Rapport 2.
3. Stenberg, M., Myrbäck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kvävemineriseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. Rapport 3.
4. Lindén, B. och Engström, L: 2006. Höstraps, havre och ärter som förfrukter till höstvetete – inverkan på kvävedynamiken i marken och på vetets avkastning. *Winter oilseed rape, oats and field peas as crops preceding winter wheat – effect on nitrogen dynamics in the soil and on wheat yields.* Rapport 4.
5. Lindén, B., Lerenius, C., Nyberg, A., Delin, S., Ferm, M., Torstensson, G., Hedene, K-A., Gruvaeus, I., Tunared, R. och Roland, J. 2006. Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvetete? Rapport 5.



**Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara** (tidigare Institutionen för jordbruksvetenskap Skara) bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket. Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning. Lanna försöksstation är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

I serien **Rapporter** redovisas forsknings- och försöksresultat från Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara.

**Rapporterna** finns tillgängliga på nedanstående internetadress. Rapporter kan även beställas från avdelningen, se nedan.

*Reports with research results from the Division of precision agriculture (Department of Soil sciences, Swedish University of Agricultural Sciences). The reports are available at the internet address given below and can be ordered from the address below.*

**Distribution:**

Avdelningen för precisionsodling  
Institutionen för markvetenskap  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Box 234  
532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134  
Internet: <http://www.po-mv.slu.se>

