

Bilaga 1: Slutrapport

**Tidpunkt för spridning av strörika gödselslag – effekt på
växtnäringsutnyttjande, avkastning och markpackning**
(Dnr 25-5344/01) -

Ararso Etana (SLU) & Eva Salomon (JTI)

FÖRORD

Stallgödsel är en huvudnäringsskälla vid ekologisk odling. Eftersom det krävs stora mängder av detta gödselmedel är risken för markpackning vid spridningen stor. I en packad jord utnyttjas växtnäringen sämre. Följden blir låg avkastning och riskerna för växtnäring förluster ökar. För att öka växtnäring utnyttjandet och minska risker för näringsförluster till omgivande miljön krävs det en bra strategi för spridning och nedbrukning av stallgödsel. Från år 2001 till och med 2005 genomfördes ett fyraårigt markpackningsprojekt med titeln ” Tidpunkt för spridning av strörika gödselslag – effekt på växtnäring utnyttjande, avkastning och markpackning”. Studien utfördes vid avdelningen för jordbearbetning, Institutionen för markvetenskap, SLU. Berth Mårtensson ansvarade för fältförsöken. Mats Eriksson (Svista Gård, Uppsala) och Karl Gunnar Andersson (Åkerby-Funbo, Uppsala) ställde upp med ett fältförsök vardera på sina respektive ekologiska gårdar. Resten av försöken utfördes på Ultuna Egendom som också lånade ut gödselspridare och stallgödsel för dessa försök. Projektet finansierades av Statens Jordbruksverk.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | |
|-------------------------------|----|
| SAMMANFATTNING | 4 |
| INLEDNING | 6 |
| MATERIAL OCH METODER | 6 |
| RESULTAT OCH DISKUSSION | 7 |
| Markpackning | 7 |
| Mineralkväve i marken | 14 |
| Avkastning | 17 |
| SLUTSATSER | 18 |
| LITTERATUR | 18 |

SAMMANFATTNING

Körning med tunga ekipage resulterar i packningsskador i matjorden och i alven. Packningsskadorna är allvarliga om körning sker vid hög markfuktighet. I en packad åkermark utnyttjas växtnäringen sämre, vilket kan orsaka skördesänkning och läckage av växtnäringen. Att sprida stallgödsel på hösten innebär en stor risk för kväveläckage. Emellertid sprider man på våren, då risken för markpackning är stor och därmed ökar risken för växtnäring förlust på grund av dålig upptagning. Därför är det nödvändigt att ha en bra gödslingsstrategi för att kunna utnyttja växtnäringen så effektivt som möjligt.

För att undersöka en optimal tidpunkt för spridning av strörik stallgödsel vid ekologisk odling genomfördes en studie från år 2001 till och med år 2005. Totalt genomfördes åtta försök, två försök per år. Projektets syfte var:

- 1) att identifiera en optimal spridningstidpunkt för stallgödsel som ger en god avkastning med minimal negativ miljöpåverkan;
- 2) att studera effekten av placeringsdjup av stallgödsel på växtnäring utnyttjande;
- 3) att studera spridningstidpunktens betydelse för markpackning.

Försöksgrödorna var vårsäd. Följande led ingick i undersökningen:

- A) utan gödsel, utan packning.
- B) 20-25 ton kletgödsel/ha, packat, plöjning till 20-22 cm (10-15:e oktober).
- C) 20-25 ton kletgödsel/ha, opackat, plöjning till 20-22 cm (10-15:e november).
- D) 20-25 ton gödsel/ha, packat, plöjning till 20-22 cm (10-15:e november).
- E) 20-25 ton kletgödsel/ha opackat, plöjning till 12-15 cm ; (10-15:e november).
- F) 20-25 ton kletgödsel/ha på våren på höstplöjd mark, opackat.
- G) 20-25 ton kletgödsel/ha på våren på höstplöjd mark, packat.

I led B-E spreds gödseln på oplöjd mark som plöjdes omedelbart efter spridningen. Led F och G plöjdes på hösten, men försöksbehandlingarna genomfördes på våren strax före sådd.

Mätning av markfysikaliska och -kemiska egenskaper utfördes för att bestämma närings- och packningstillstånd. Effekten av de olika behandlingarna på grödans avkastning bestämdes.

Det var inga signifikanta skillnader i skrymdensitet mellan de led som packades vid olika tidpunkter (tidig höst, sen höst eller strax före vårbruk). Däremot visade penetrometermätningar tydliga effekter av packning vid olika tidpunkter. Matjordens penetrationsmotstånd under vegetationsperioderna var högst i ledet som packades på våren i sex av sju fältförsök. Kulturväxternas rottillväxt hämmas om denna parameter överskrider 3 MPa. Detta var fallet åren 2003 och 2004, särskilt vid packning på våren.

Det var en stor variation i innehåll av mineralkväve i marken i de gödslade leden. Det kan bero på en ojämn spridning av den strörika gödseln. Förutom i två försök återfanns mer mineralkväve i marken vid provtagning på våren än vid provtagning på hösten. Skillnader i innehåll av mineral-N mellan de gödslade leden var ej statistiskt signifikanta.

Den styvaste försöksjorden i denna studie var på Åkerby gård (försök R2-7401). I detta försök var avkastningen lägst i det led som packades på våren. Skördenivån i detta led var endast 65 % av den i led utan gödsel alls. I genomsnitt var grödans avkastning lägre i ledet som

packades på våren än i de som packades på hösten. I de försök som genomfördes på lättare lerjordar hade packningstidpunkten inte stor betydelse för grödans avkastning. Gödslingstidpunkten (sen höst eller på våren strax före vårbruk) i de opackade leden hade inte någon betydelse för grödans avkastning. Det fanns inte någon signifikant skillnad i avkastningen mellan leden som Plöjdes till 20-22 cm och till 12-15 cm efter stallgödselspridning.

Markfysikaliska studier och grödans avkastning visade att det var fördelaktigare att sprida stallgödsel på sen höst än tidig höst eller strax före vårsådd. Det gäller särskilt styva leror som kan vara för våta på våren. Någon skillnad i mineralkväve innehåll eller grödans avkastning som kan bero på stallgödselplacering har inte noterats. Markpackning i samband med stallgödselspridning kan utplåna den önskade gödseffekten. På lätta jordar med god dränering kan man gödsla på våren utan att riskera skadlig markpackning.

INLEDNING

Enligt statistiska centralbyrån (SCB, 2001) hanteras stallgödseln från över hälften av alla nötkreatur som fast-, klet- och djupströgödsel. Motsvarande siffra för slaktsvin är 20 %. I praktiken är därför problematiken kring hanteringen av strörika stallgödselslag högst aktuell idag.

I Sverige rekommenderas generellt spridning av stallgödsel på våren eller i växande gröda. Denna tidpunkt ger grödan säkrast utnyttjande av tillförd växtnäring och därmed minskad risken för kväveläckage (Claesson & Steineck, 1991). En vårspridning av strörika gödseltyper förutsätter att vårplöjning är möjlig, vilket det är på lättare jordarter. Enligt Steineck m fl. (1991) kan dock höstspridning av fast- eller kletgödsel ge positiv skörderespons. En orsak kan vara att den mängd ammoniumkväve som tillförs med gödseln binds temporärt i marken över vintern. Kirchmann (1985) fann att stallgödsel med kol/kväve-kvoter över 18 kan leda till kväveimmobilisering och därmed tillfällig kvävebrist för grödan. Kol/kväve-kvoten i fastgödsel är generellt över 20 (Steineck m fl. 1991). Resultat från försök i Stockholms län tyder också på att sen höstspridning med nedplöjning av nötfastgödsel gav högre kornskörd, jämfört med vårspridning (Jakobsson & Lindén, 1992). Därför kan spridning på sen höst av strörika gödseltyper vara ett bra alternativ ur växtnäring- och miljösynpunkt på lerjordar i klimatområden med marktjäle. Enligt officiell statistik sprids 1/3 av all stallgödsel på hösten (SCB, 2001).

Köringar med tunga fordon, till exempel vid spridning av stallgödsel, kan leda till markpackning. Detta leder till dålig markstruktur och hämmar rottillväxt, och upptagning av växtnäring försämras. Ökad kunskap om spridningstidens betydelse för markpackningsskador leder till att dagens rekommendationer kan förfinas. Ekologiska lantbrukare anser att teknik för stallgödselspridning är mycket viktig för ett effektivt utnyttjande av växtnäring i gödseln, som ofta inte är tillräcklig för att täcka gårdens gödselbehov.

För att undersöka en optimal tidpunkt för spridning av strörik stallgödsel vid ekologisk odling genomfördes en studie från år 2001 till och med år 2005. Totalt genomfördes åtta försök, två försök per år. Projektets syfte var:

- 1) att identifiera en optimal spridningstidpunkt för stallgödsel som ger en god avkastning med minimal negativ miljöpåverkan;
- 2) att studera effekten av placeringsdjup av stallgödsel på växtnäring utnyttjande;
- 3) att studera spridningstidpunktens betydelse för markpackning.

MATERIAL OCH METODER

Försöksplan och behandlingar anges i tabell 1. Försöken genomfördes på ekologiska gårdar i Uppland. Årligen genomfördes två fältförsök för att täcka olika jordarter. Totalt genomfördes åtta försök (Tabell 2). Packningsförsök utfördes med full-lastad gödselspridare (ca 10 ton). Packning på hösten utfördes på oplöjd mark spår intill spår för att kunna studera packningsskador i spår och dess inverkan på grödan. Gödselspridning utfördes vid tre tidpunkter som framgår av tabell 1. I de höstgödselade leden spreds gödseln på orörd mark och nedbrukades omedelbart genom att plöja. Packning och gödselspridning på våren utfördes på höstplöjt led och nedbrukning av gödseln skedde med ytbearbetning.

I försöken undersöktes matjordens packningstillstånd, innehåll av mineralkväve på markdjupet 0-90 cm (första försöksåret endast i 0-60 cm djup) och skörd av försöksgröda.

Innehåll av mineralkväve bestämdes på sen höst och före sådd på våren. Studier av markens skrymdensitet och penetrationsmotstånd utfördes i växande grödor mot slutet av juni.

Tabell 1. Försöksplan och behandlingar (2001-2005)

| Led | Behandling | Plöjningstidpunkt | Plöjningsdjup |
|-----|---------------------------------|-------------------|---------------|
| A | Opackat, utan gödsel | 5-15 oktober | 20-22 cm |
| B | Packat & gödslat tidig höst | 5-15 oktober | 20-22 cm |
| C | Gödslat sen höst, opackat | 5-15 november | 20-22 cm |
| D | Packat & gödslat sen höst | 5-15 november | 20-22 cm |
| E | Grundplöjning, gödslat sen höst | 5-15 november | 12-15 cm |
| F | Gödslat på våren, opackat | 5-15 oktober | 20-22 cm |
| G | Packat & gödslat på våren | 5-15 oktober | 20-22 cm |

I tabell 2 anges försöksjordarnas lerhalt, vattenhalt vid packning samt innehåll av fosfor och kalium. Innehåll av mineralkväve i gödseln bestämdes vid varje gödningstillfälle. I genomsnitt tillfördes marken 40 till 60 kg mineralkväve per ha. Packningsförsök utfördes med en spridare som full-lastad vägde ca 10 ton. Den var utrustad med 600 mm däck med ringrycket 150 kPa. Traktorn var utrustad med 650 mm bred däck med ringtrycket 120 kPa.

Tabell 2. Försöksjordarnas fysikaliska och kemiska egenskaper samt matjordens innehåll av fosfor och kalium

| Försöksserie, Plats | Skördeår | Lerhalt (Vikts%) | Vattenhalt vid körning (vikts%) | | | P & K, mg/100g lufttorr jord | | | |
|------------------------|----------|---------------------|---------------------------------|----------|-----|------------------------------|-------|------|-------|
| | | | Tidig höst | Sen höst | Vår | P-AL | P-HCl | K-AL | K-HCl |
| R2-7401 ÅKERBY | 2002 | 43 | 24 | 25 | 21 | 6,2 | 79 | 11 | 389 |
| R2-7402 SVISTA | 2002 | 18 | 23 | 22 | 15 | 7,0 | 58 | 15 | 466 |
| R2-7401 ULTUNA | 2003 | 31 | 20 | 20 | 18 | 6,5 | 62 | 13 | 430 |
| R2-7402 ULTUNA | 2003 | 25 | 18 | 19 | 17 | 6,8 | 80 | 16 | 560 |
| R2-7401 ULTUNA | 2004 | 40 | 19 | 24 | 26 | 5,5 | 75 | 14 | 415 |
| R2-7402 ULTUNA | 2004 | 25 | 19 | 18 | 22 | 5,9 | 80 | 13 | 560 |
| R2-7401 ULTUNA | 2005 | 40 | 23 | 24 | 25 | 14 | 75 | 10 | 415 |
| R2-7402 ULTUNA | 2005 | 25 | 21 | 20 | 22 | 8,3 | 94 | 14 | 560 |

RESULTAT OCH DISKUSSION

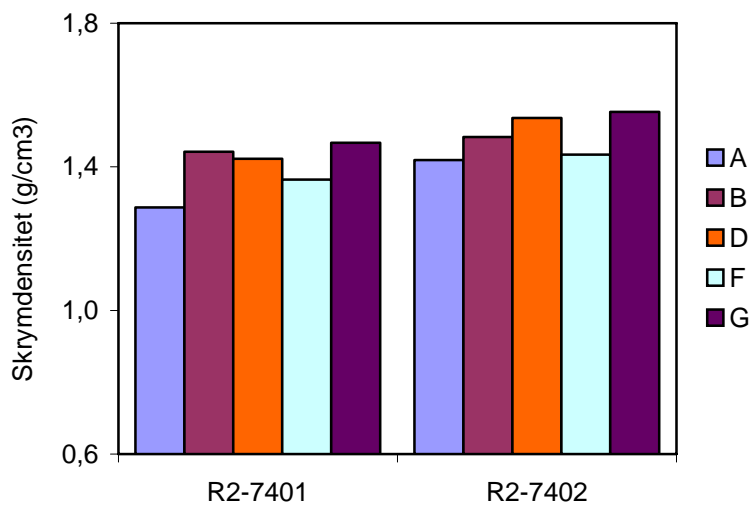
Markpackning

I figur 1 visas bilder av matjordsprofiler från försöksserien R2-7401, vid Åkerby för att åskådliggöra packningseffekter vid olika tidpunkter. Bilderna var tagna i slutet av vegetationsperioden år 2002. Packning på våren orsakade en stor försämring av markstrukturen. I figur 2-5 redovisas skrymdensiteten. Skillnader i skrymdensitet mellan de olika leden var små. Däremot visade penetrometermätningar tydliga effekter av packning vid

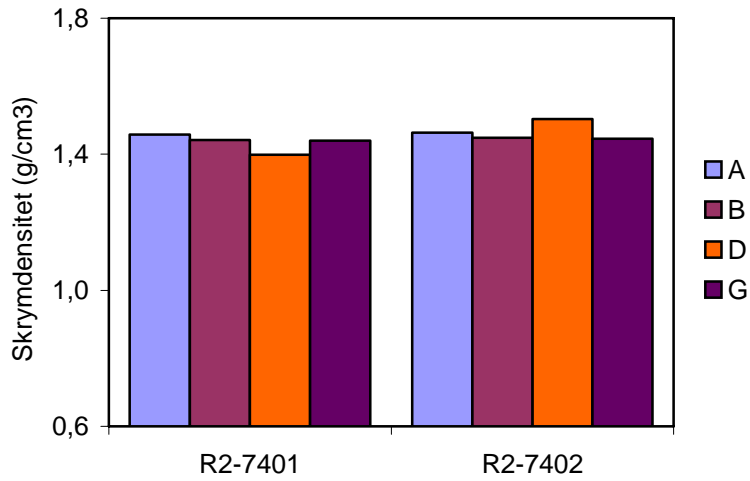
olika tidpunkter (figur 6-12). Matjordens penetrationsmotstånd under vegetationsperioderna var högst i ledet som packades på våren i sex av sju fältförsök. Kulturväxternas rottillväxt hämmas om denna parameter överskrider 3 MPa. Detta var fallet åren 2003 och 2004, särskilt vid packning på våren.



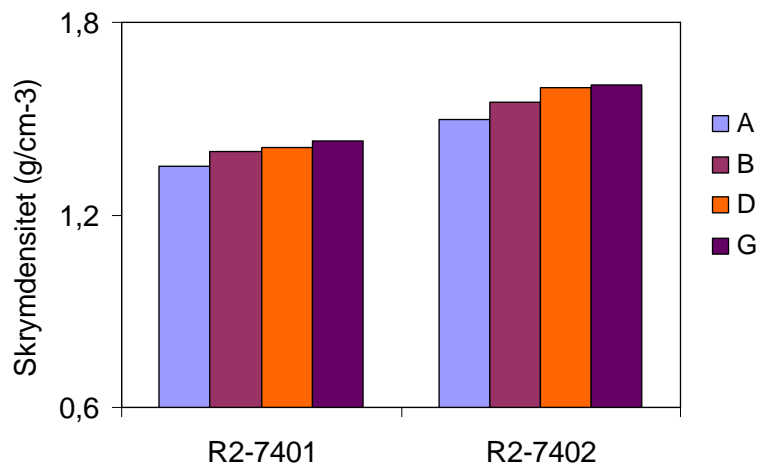
Figur 1. En bild av matjordsprofil i försök R2-7401, Åkerby (juni 2002). Packning och gödselspridning skedde i den månad som angivits ovanför respektive profil.



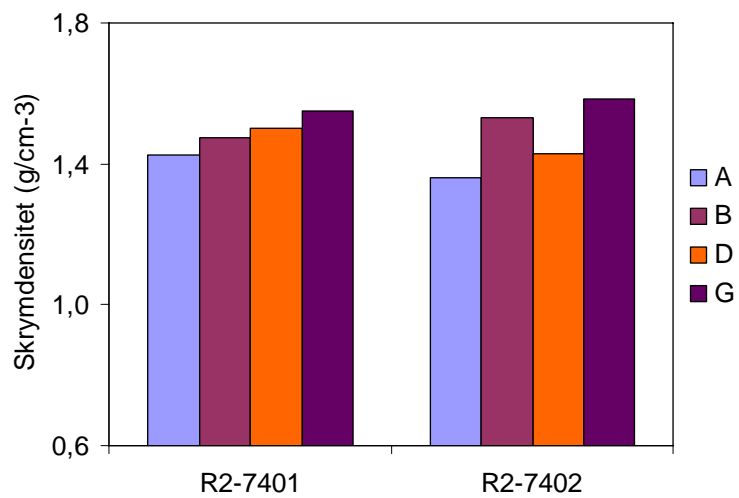
Figur 2. Matjordens skrymdensitet (juni 2002).



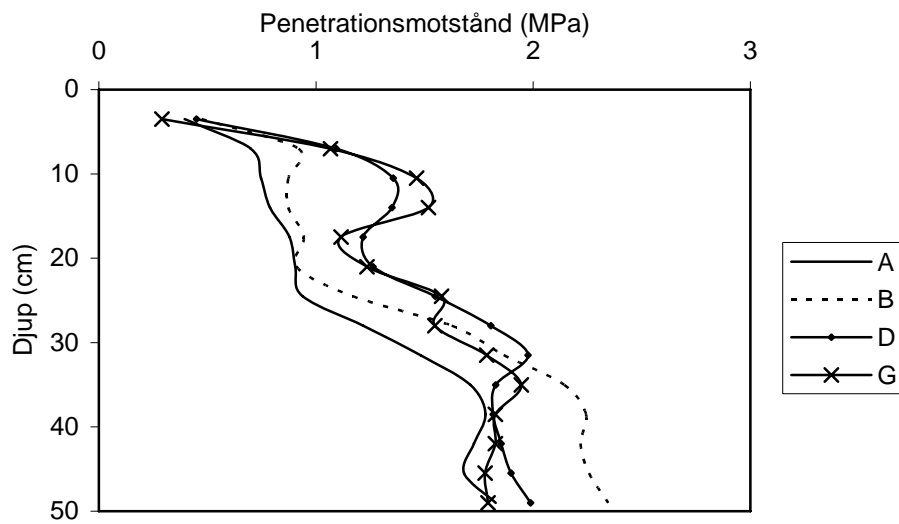
Figur 3. Matjordens skrymdensitet (juni 2003).



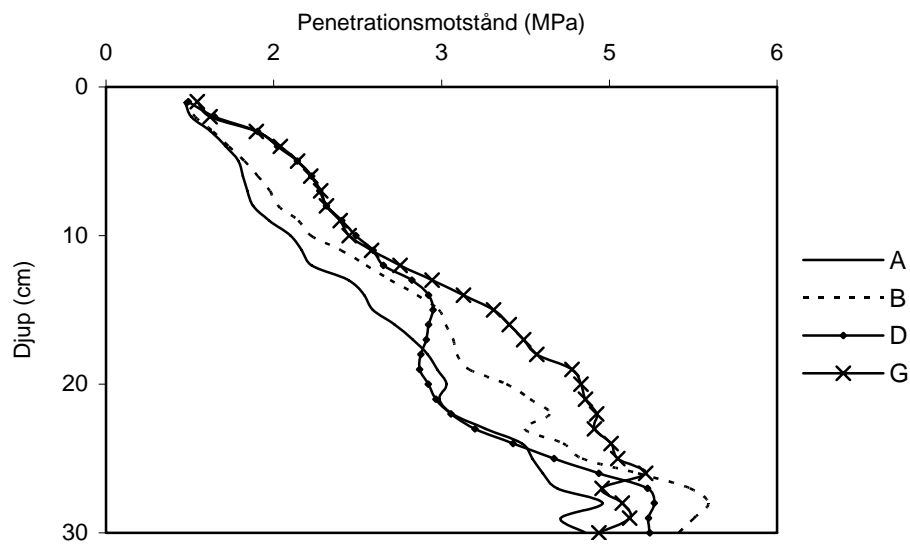
Figur 4. Matjordens skrymdensitet (juni 2004).



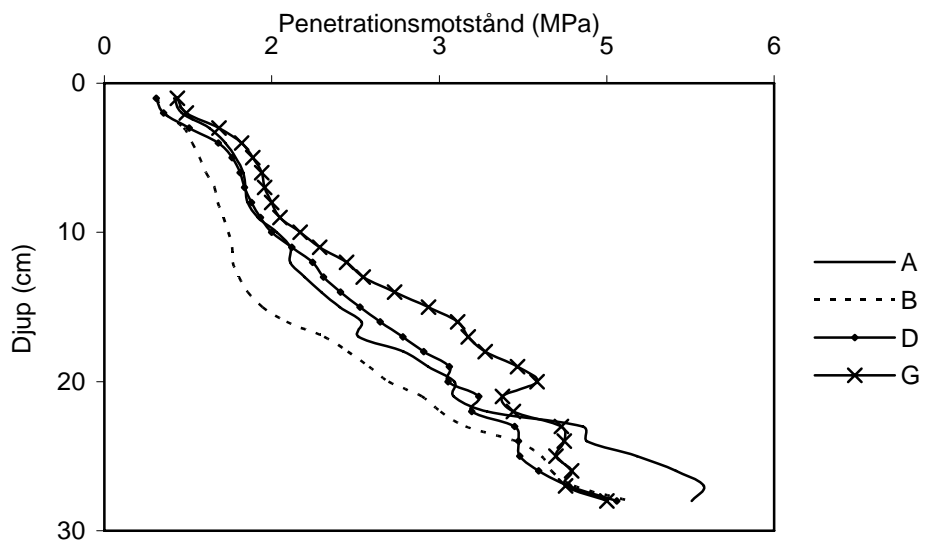
Figur 5. Matjordens skrymdensitet (juni 2005).



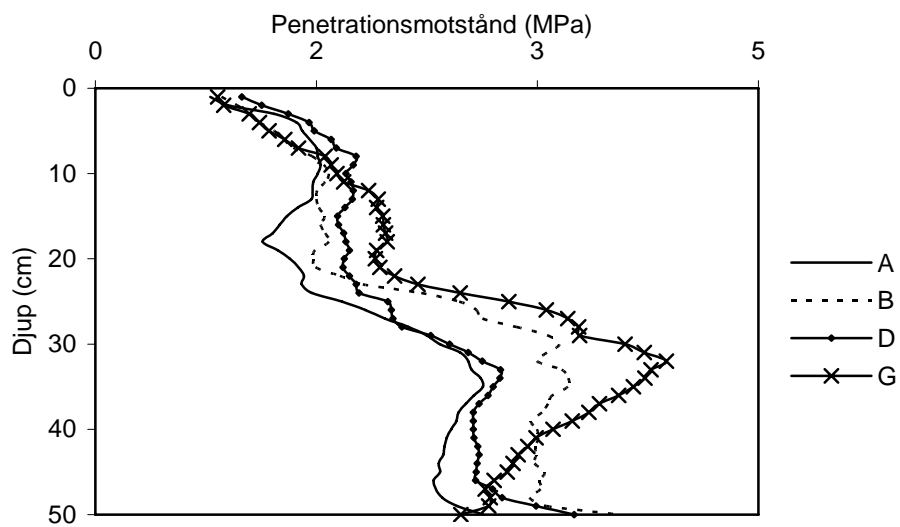
Figur 6. Penetrationsmotstånd i försök R2-7401 (juni 2002).



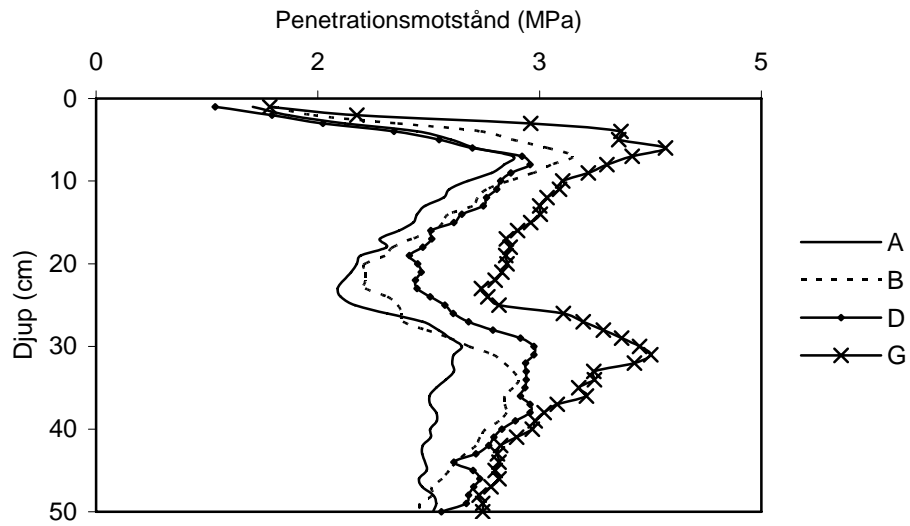
Figur 7. Penetrationsmotstånd försök R2-7401 (2003).



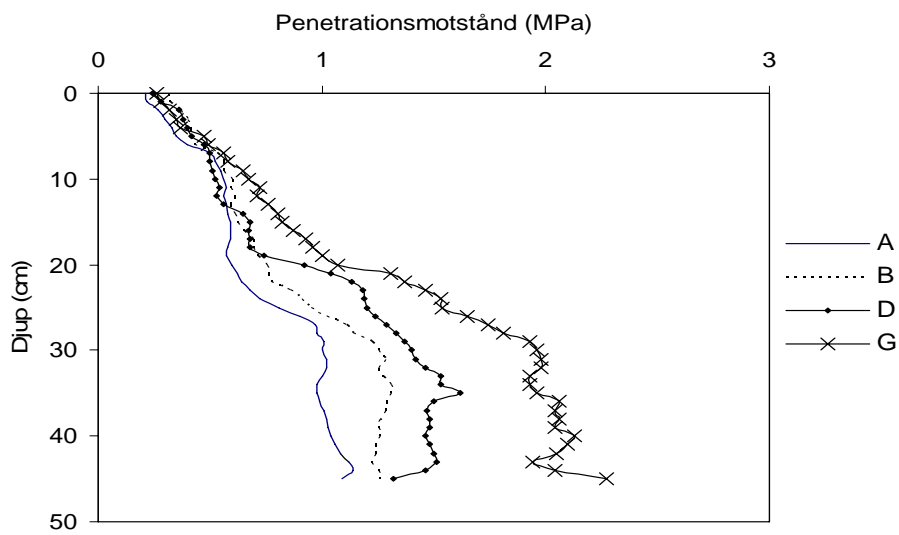
Figur 8. Penetrationsmotstånd i försök R2-7402 (2003).



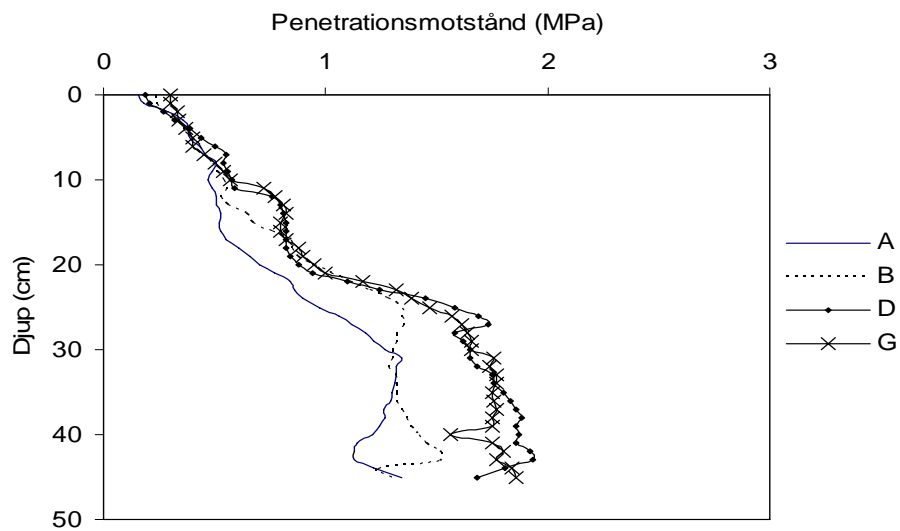
Figur 9. Penetrationsmotstånd i försök R2-7401 (2004).



Figur 10. Penetrationsmotstånd i försök R2-7402 (2004).



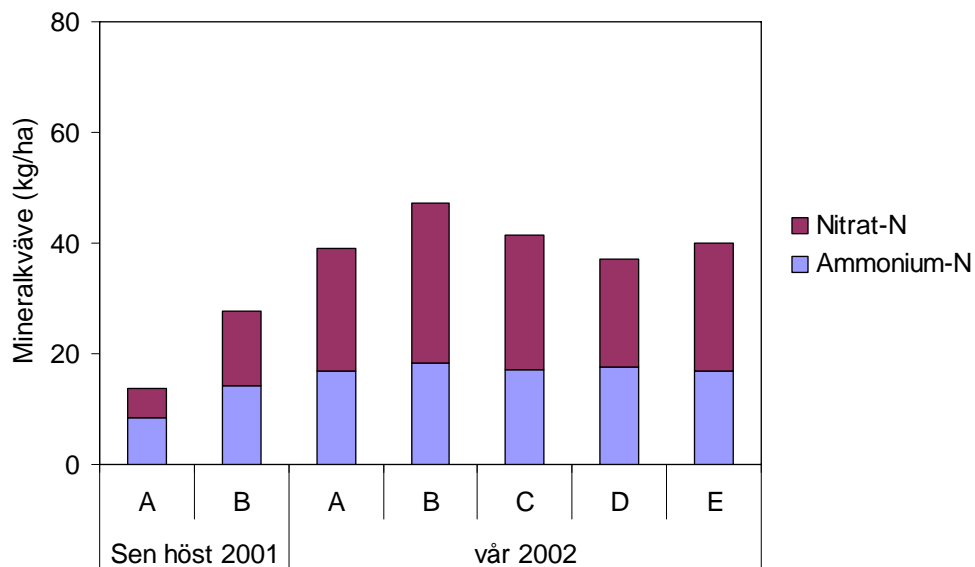
Figur 11. Penetrationsmotstånd i försök R2-7401 (2005).



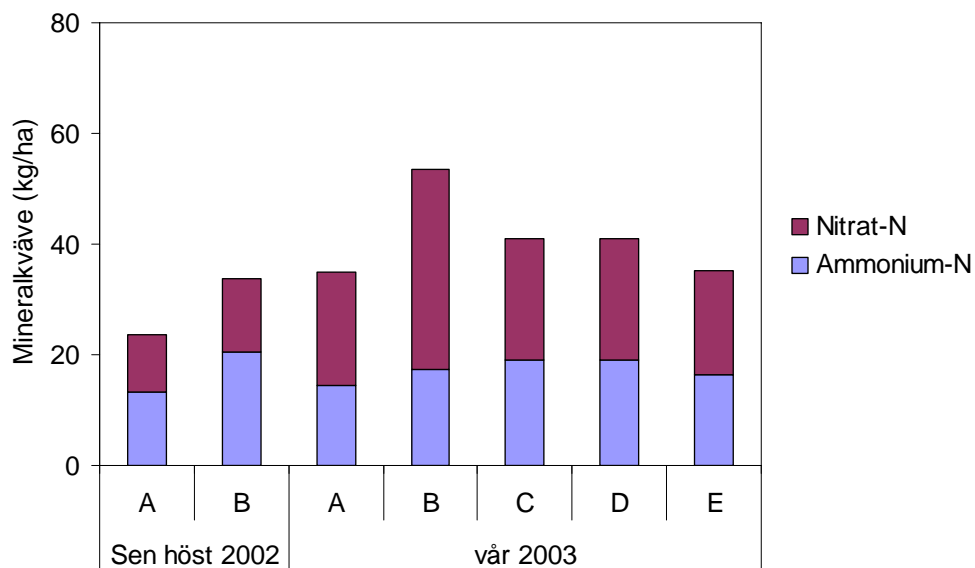
Figur 12. Penetrationsmotstånd i försök R2-7402 (2005).

Mineralkväve i marken

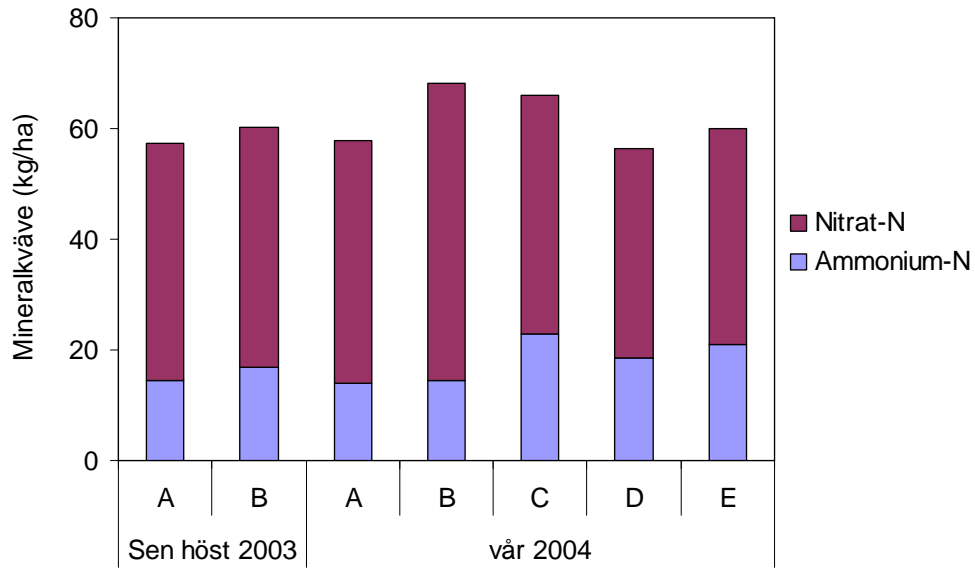
Det var en stor variation i innehåll av mineralkväve i marken i de gödslade leden (figur 13-20). Det kan bero på en ojämn spridning av den strörika gödseln. Förutom i två försök återfanns mer mineralkväve i marken vid provtagning på våren än vid provtagning på hösten. Skillnaderna i innehåll av mineral-N mellan de gödslade leden var ej statistiskt signifikanta.



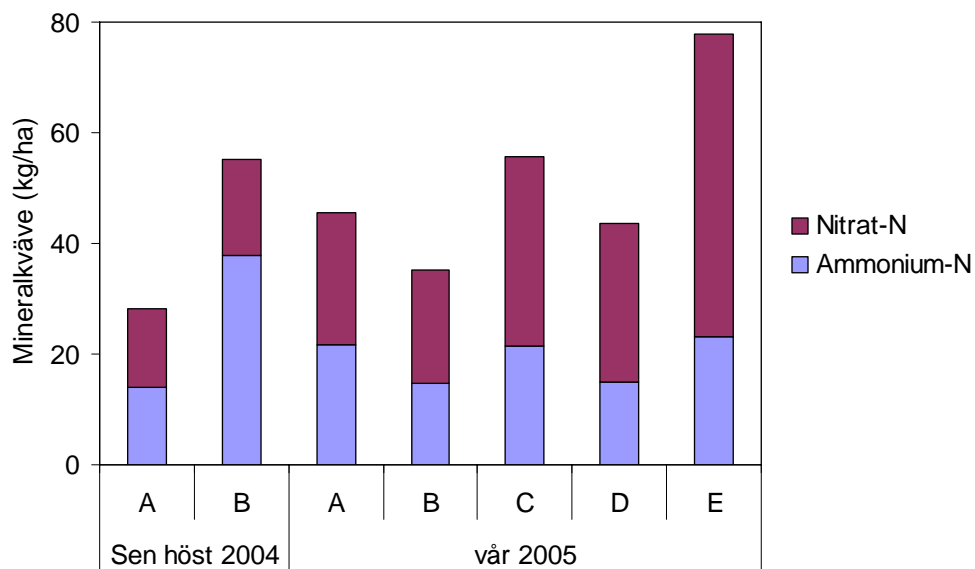
Figur 13. Mineralkväve i marken på 0-60 cm djup (försök R2-7401).



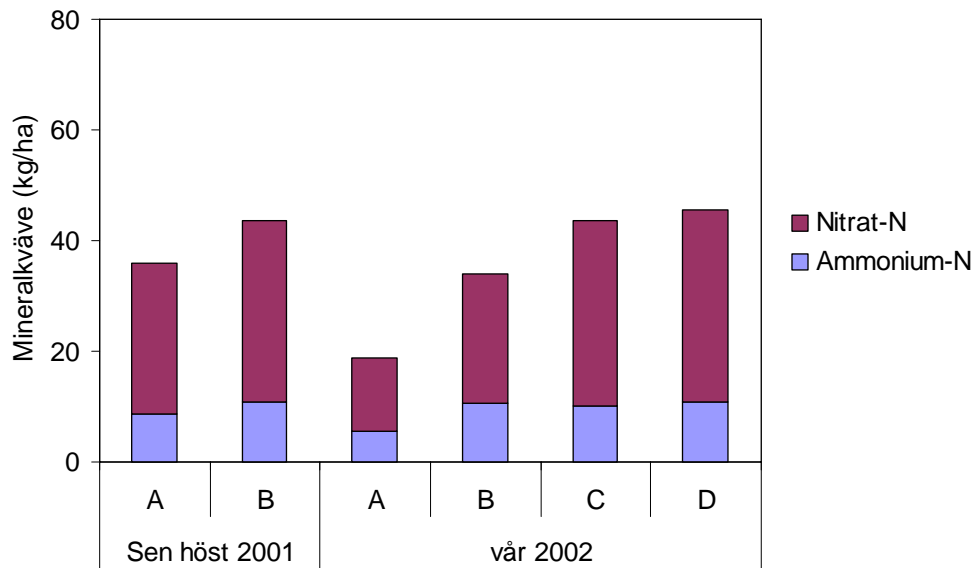
Figur 14. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7401). A – opackat, utan gödsel; B – packat och gödslat tidig höst; C – gödslat sen höst, opackat; D - packat och gödslat sen höst; E – Grund plöjning, gödslat sen höst.



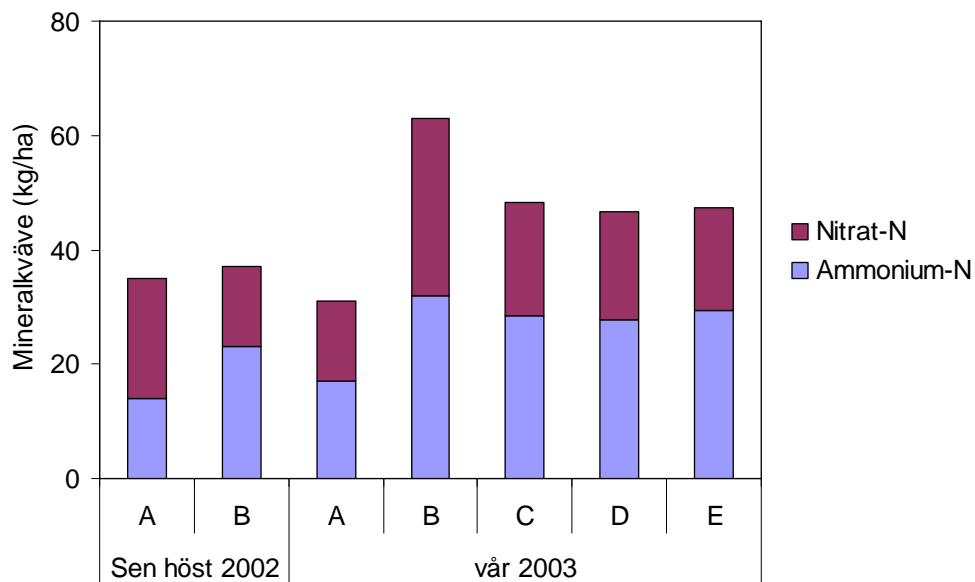
Figur 15. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7401).



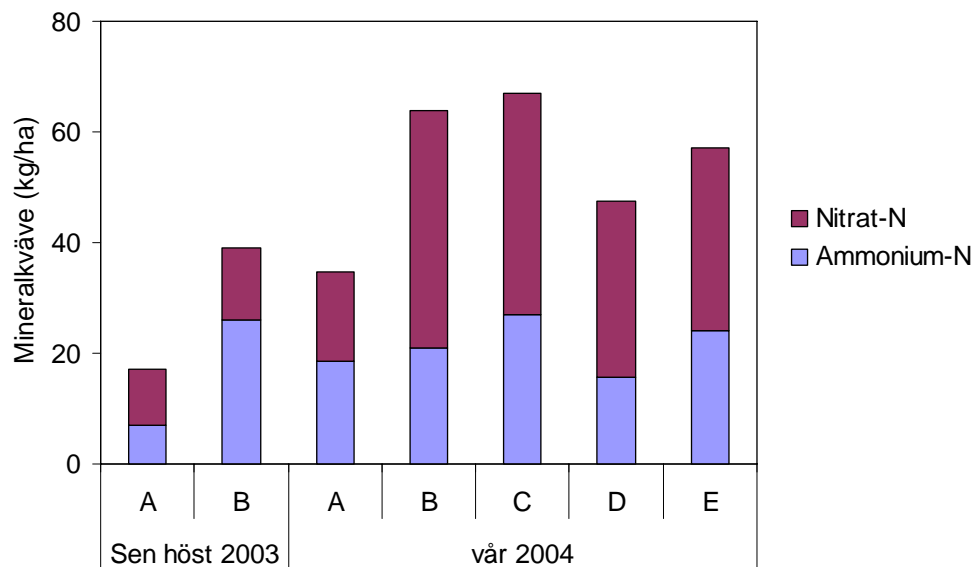
Figur 16. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7401). A – opackat, utan gödsel; B – packat och gödslat tidig höst; C – gödslat sen höst, opackat; D - packat och gödslat sen höst; E – Grund plöjning, gödslat sen höst.



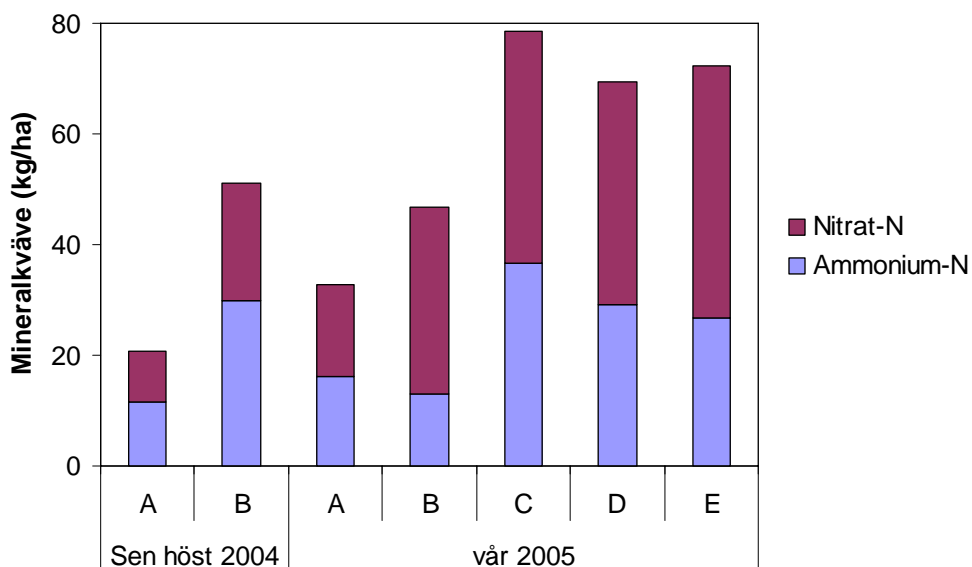
Figur 17. Mineralkväve i marken på 0-60 cm djup (försök R2-7402).



Figur 18. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7402). A – opackat, utan gödsel; B – packat och gödlat tidig höst; C – gödlat sen höst, opackat; D - packat och gödlat sen höst; E – Grund plöjning, gödlat sen höst.



Figur 19. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7402).



Figur 20. Mineralkväve i marken på 0-90 cm djup (försök R2-7402). A – opackat, utan gödsel; B – packat och gödlat tidig höst; C – gödlat sen höst, opackat; D - packat och gödlat sen höst; E – Grund plöjning, gödlat sen höst.

Avkastning

Den styvaste försöksjorden i denna studie var på Åkerby gård (försök R2-7401). I detta försök var avkastningen lägst i det led som packades på våren (tabell 3). Skördenivån i detta led var endast 65 % av den i led utan gödsel alls. I genomsnitt var grödans avkastning lägre i led som packades på våren än i leden som packades på hösten. I försök som genomfördes på lätta jordar hade packningstidpunkt inte så stor betydelse för grödans avkastning.

Gödslingsstidpunkten (sen höst eller på våren strax före vårbruk) i de opackade leden hade inte någon betydelse för grödans avkastning. Det fanns inte någon signifikant skillnad i avkastningen mellan plöjning till 20-22 cm och till 12-15 cm efter stallgödelspridning.

Tabell 3. Grödans avkastning (kg/ha) i försök R2-7401

| Led | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Medeltal |
|-----------------------------------|----------|-------|---------|---------|----------|
| | Blandsäd | Havre | Vårkorn | Vårkorn | |
| A) Utan gödsel, utan packning | 3920 | 5370 | 4340 | 3800 | 4360 |
| B) Packat och gödlat tidig höst | 3880 | 5840 | 4820 | 4130 | 4670 |
| C) Opackat, gödlat sen höst | 4520 | 5060 | 4850 | 5390 | 4960 |
| D) Packat och gödlat sen höst | 4320 | 4620 | 4350 | 4760 | 4510 |
| E) Opackat, gödlat och grundplöjt | 4590 | 5290 | 5120 | 5330 | 5080 |
| F) Gödlat på våren, opackat | 3930 | 5880 | 4320 | 5330 | 4860 |
| G) Gödlat på våren och packat | 2540 | 4600 | 4370 | 4580 | 4020 |
| <i>LSD</i> | 970 | 610 | 920 | 740 | |

Tabell 4. Grödans avkastning (kg/ha) i försök R2-7402

| Led | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Medeltal |
|---------------------------------|---------|-------|---------|---------|----------|
| | Vårkorn | Havre | Vårkorn | Vårkorn | |
| A) Utan gödsel, utan packning | 3650 | 4510 | 1630 | 2480 | 3070 |
| B) Packat och gödlat tidig höst | 3580 | 5530 | 3350 | 4400 | 4220 |
| C) Opackat, gödlat sen höst | 5080 | 5640 | 3990 | 5460 | 5040 |
| D) Packat och gödlat sen höst | 4970 | 4930 | 2380 | 4090 | 4090 |
| E) Opackat, grundplöjning | | 5350 | 3230 | 4640 | 4410 |
| F) Gödlat på våren, opackat | 4300 | 5580 | 3680 | 3890 | 4360 |
| G) Gödlat på våren och packat | 4200 | 5310 | 3520 | 3980 | 4250 |
| <i>LSD</i> | 500 | 550 | 1120 | 750 | |

SLUTSATSER

Markfysikaliska studier och grödans avkastning visade att det var fördelaktigare att sprida stallgödsel på sen höst än tidig höst eller strax före vårsådd att undvika markpackning. Det gäller särskilt styva leror som kan vara för våta på våren. Någon skillnad i mineralkvävet innehåll eller grödans avkastning som kan bero på stallgödselplacering har inte noterats. Markpackning i samband med stallgödelspridning kan utplåna den önskade gödseffekten. På lätta jordar med god dränering kan man gödsla på våren utan att riskera skadlig markpackning.

LITTERATUR

- Claesson, S. & Steineck, S. 1991. Växtnäring, hushållning, miljö. Speciella skrifter 41, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Jakobsson, C. & Lindén, B. 1992. Kväveeffekter av stallgödsel på lerjordar. Avdelningen för växtnäringslära rapport 190. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Kirchmann, H. 1985. Losses, plant uptake and utilization of manure nitrogen during a production cycle. Acta Agric. Sciand. Suppl. 24:5-77.
- SCB (Statistiska centralbyrån), 2001. <http://www.scb.se/press/Press98/p316.htm>
- Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J., 1991. Stallgödsel. Speciella skrifter 43, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.