



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

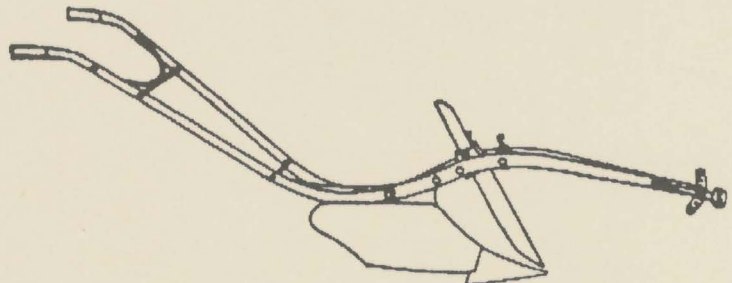
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

MEDDELANDEN FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 16

1995

Johan Arvidsson

ÅTERPACKNING VID SÅDD I PLÖJNINGSFRI ODLING

Recompaction in ploughless tillage

ISSN 1102-6995

ISRN SLU-JB-M--16--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Meddelanden från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 16, 1995

ISSN 1102-6995

ISRN SLU-JB-M--16--SE

Johan Arvidsson

Återpackning vid sådd i plöjningsfri odling

Recompaction in ploughless tillage

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

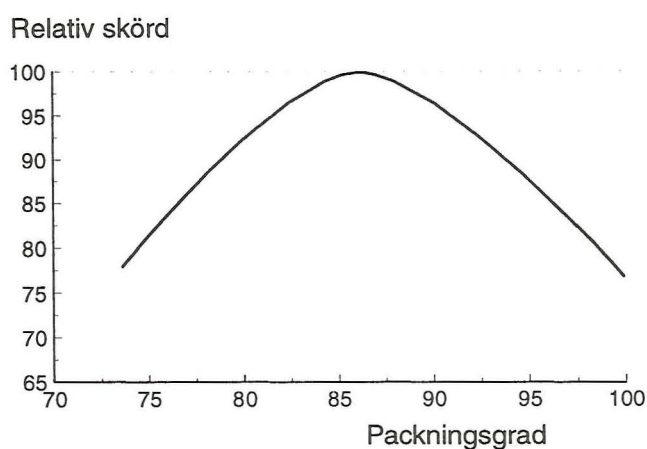
Introduktion	2
Material och metoder	3
Odling i cylindrar, serie R2-7115	3
Fältförsök, serie R2-4027	4
Resultat	4
Odling i cylindrar, serie R2-7115	4
<i>Skrymdensitet</i>	4
<i>Vattenuptagning och skörd</i>	5
Fältförsök, serie R2-4027	7
<i>Skrymdensitet</i>	7
<i>Penetrationsmotstånd</i>	7
<i>Plantetablering och skörd</i>	8
Diskussion	9
Slutsatser	10
Sammanfattning	10
Summary	11
Referenser	12

INTRODUKTION

Vid avdelningen för jordbearbetning, SLU, har genomförts ett mycket stort antal fältförsök under de senaste trettio åren för att studera effekter av jordpackning på grödornas avkastning. Fältförsöken har bl.a. legat till grund för en modell för att beräkna packningseffekter på gårdsnivå (Arvidsson & Håkansson, 1991). För ettåriga grödor består modellen av tre delar: (1) Effekter på årets gröda av återpackning efter plöjning. (2) Packningsskador i matjorden som finns kvar efter att marken plöjts. (3) Effekter av packning i alven. De fältförsök som modellen bygger på har samtliga utförts i odlingsystem med plöjning, vilket gör det svårt att applicera modellen i plöjningsfri odling.

Alltför kraftig packning sänker oftast skörden, men under punkt (1) ovan har det också varit möjligt att konstatera att plöjningen lämnar jorden alltför lucker för att ge maximal skörd (Håkansson 1990). Skörden som funktion av markens packningsgrad anges schematiskt i figur 1. Orsakerna till den lägre skörden i mycket lucker jord är dåligt kända, men troliga orsaker är sämre kapillär ledningsförmåga för vatten, sämre transport av näringsämnen och dålig kontakt mellan rot och jord (Boone & Veen 1994). Liknande resultat har också erhållits i andra länder (Lindstrom & Voorhees, 1994, Lipiec & Simota, 1994).

Behovet av återpackning i odlingsystem med plöjning är alltså ett förhållandevis väl belyst fenomen. Behovet av återpackning i plöjningsfri odling, d.v.s. efter bearbetning med tallriksredskap eller kultivator har dock inte tidigare studerats i Sverige. Syftet med det arbete som presenteras här var att studera markens skrymdensitet i plöjda och ej plöjda odlingsystem före och efter sådd, samt om återpackning kan ge en viss skördehöjning också i ett plöjningsfritt odlingsystem. Resultaten är bl.a. tänkta att ligga till grund för en utveckling av ovanstående modell till att gälla också plöjningsfri odling. Arbetet bedrivs inom projektet "Fortsatt utveckling av modell för beräkning av markskador orsakade av tunga maskiner", finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning.



Figur 1. Skörd som funktion av markens packningsgrad. Efter Håkansson (1990).

MATERIAL OCH METODER

Undersökningen innehöll två olika typer av försök. Dels genomfördes en studie, där korn odlades under tak i jordcylindrar som hämtats från plöjda och ej plöjda led i ett fältförsök. Dels utfördes ett fältförsök, där led med olika slags bearbetning packades i samband med såbäddsberedningen, och därefter såddes med korn.

Odling i cylindrar, serie R2-7115

En laboratoriestudie av packningens inverkan på grödans tillväxt gjordes genom odling i cylinderprover (diameter 72 mm, höjd 100 mm), uttagna i fält. Proverna togs i två fältförsök i serie R2-7115, placerade på Kungsängen och på Säby utanför Uppsala. Försöksplanen var tvåfaktoriell:

1=plöjning

2=odling utan plöjning

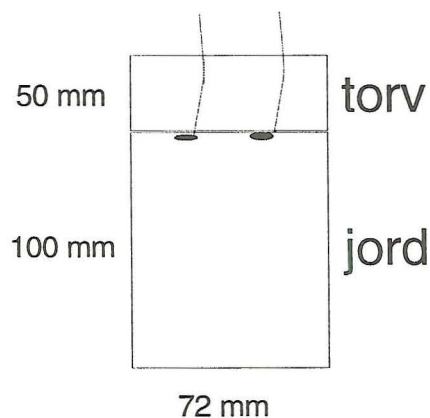
a=normala ringtryck (80 kPa)

b=låga ringtryck (30 kPa)

Försöken var utlagda i fyra block, alltså sammanlagt 16 rutor per försök. Provtagningen gjordes omedelbart före och efter sådd, på så sätt erhöles en stor variation i provernas skrymdensitet. På Kungsängen togs cylindrar i två skikt, 7-17 cm samt 12-22 cm, på Säby i skiktet 10-20 cm. Före sådd togs två cylindrar per skikt i varje ruta, efter sådd tre cylindrar per skikt och ruta (sammanlagt $(2+3)*3$ skikt*16 rutor=240 cylindrar). I dessa cylindrar odlades korn (*Hordeum vulgare* L.) för bestämning av vattenupptagning och tillväxt. De användes också för bestämning av markens skrymdensitet.

Kornet såddes i naturfuktig jord, tre kärnor/cylinder. En 50 mm hög cylinder placerades över den första, varefter kärnorna täcktes med ca 4 cm torv som avdunstningsskydd (figur 2). Två plantor/cylinder fick växa utomhus under tak 14 dagar från uppkomst till skörd. Evapotranspirationen bestämdes genom vägning ca 2 ggr/vecka. Vid skörd bestämdes också vikten av den ursprungliga cylindern med jord.

Figur 2. Principskiss över odling i små cylindrar för bestämning av vattenupptagning.



Fältförsök, serie R2-4027

Behovet av återpackning efter olika grundbearbetning studerades i fält i ett försök i serie R2-4027, där effekten av olika bearbetningsdjup med kultivator jämförs med plöjning. Försöket är ett fastliggande fullständigt randomiserat blockförsök med fyra upprepningar som startades 1991. Studien av återpackning utfördes 1995, i försöket odlades då korn. I studien ingick två packningsnivåer: ett led utan körning och ett led som packades genom två överfarter med traktor. Traktorn vägde 4500 kg, däcksutrustning var Trelleborg TWIN 26-650/65 med ett ringtryck av 50 kPa. I övrigt skedde såbäddsberedning och sådd med bredställd traktor, vilket innebar att ingen ytterligare körning med hjul gjordes i skörderutan. Harvning gjordes med rotorharv. Behandlingen utfördes i tre led med olika bearbetning och försöksplanen fick därmed följande utseende:

1. Plöjning
 2. Kultivator till 10 cm
 3. Kultivator till 20 cm
- a. Ingen packning
 - b. Två överfarter spår intill spår, traktorvikt 4500 kg, ringtryck 50 kPa

Torra skrymdensiteten i matjorden och övre delen av alven mättes genom bestämning av jordvolymen och vägning av jorden inom en ram (0,5 m² area) enligt Håkansson (1990). Bestämningen gjordes i två skikt: 0-10 och 10-25 cm. Penetrationsmotstånd i marken mättes med en Bush Recording Penetrometer, 15 stick per ruta.

Planträkning utfördes 8 juni, på 2 x 0,25m² i varje ruta. Grödan klipptes en gång under vegetationsperioden, den 28 juni, 2 x 0,25m² i varje ruta för bestämning av ts-mängd. Avslutningsvis skördades försöket för bestämning av mängd kärna.

RESULTAT

Odling i cylindrar, serie R2-7115

Skrymdensitet

Genomsnittlig torr skrymdensitet för proverna uttagna i serie R2-7115 redovisas i tabell 1. Packningen vid såbäddsberedning ledde till en ökning av skrymdensiteten i samtliga skikt. Skillnaderna mellan olika marktryck var genomgående små och inte i något fall signifikanta. I det djupare skiktet på Kungsängen var skrymdensiteten signifikant högre i plöjningsfritt än i plöjt led, en skillnad som kvarstod efter sådd. I det ytligaste skiktet var skrymdensiteten ungefär lika i plöjda och icke plöjda rutor. På Säby var skrymdensiteten något högre i icke plöjt än i plöjt led, skillnaden var dock inte signifikant.

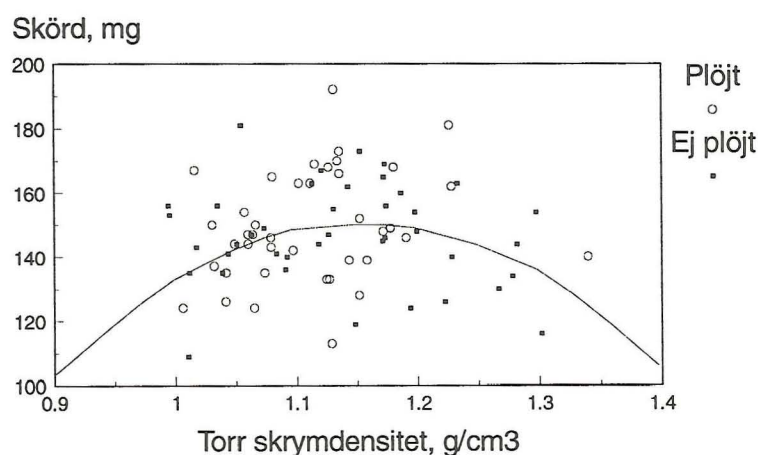
Tabell 1. Torr skrymdensitet (g/cm^3) på cylinderprover uttagna omedelbart före och efter sådd

	Kungsängen 7-17 cm		Kungsängen 13-23 cm		Säby 10-20 cm	
	Före sådd	Efter sådd	Före sådd	Efter sådd	Före sådd	Efter sådd
Plöjt, normaldäck	0,93	1,09	0,99	1,09	1,08	1,15
Plöjt, lågtrycksdäck	0,93	1,08	0,96	1,06	1,05	1,11
Ej plöjt, normaldäck	0,92	1,05	1,08	1,10	1,10	1,17
Ej plöjt, lågtrycksdäck	0,87	1,06	1,08	1,13	1,10	1,12
Plöjt	0,93	1,08	0,97	1,07	1,07	1,13
Ej plöjt	0,90	1,06	1,08	1,12	1,10	1,15
Normal däck	0,93	1,07	1,03	1,09	1,09	1,16
Lågtrycksdäck	0,90	1,07	1,02	1,10	1,08	1,12
Sign. bearbetning	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
Sign. ringtryck	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Vattenupptagning och skörd

Något entydigt samband mellan skörd och skrymdensitet i enskilda cylindrar var mycket svårt att läsa ut av försöksmaterialet, därtill var spridningen alltför stor. Ett signifikant samband av den typ som redovisades i figur 1 erhöles endast för prover tagna på Säby, dock med en mycket låg förklaringsgrad (figur 3):

$$\text{Skörd (mg)} = -64,8 + 138,9 \cdot \text{torr skrymdensitet} - 602,6 \cdot \text{torr skrymdensitet}^2 \quad (p < 0,05, R^2 = 0,06)$$



Figur 3. Skörd som funktion av skrymdensitet i cylindrar provtagna i serie R2-7115 på Säby.

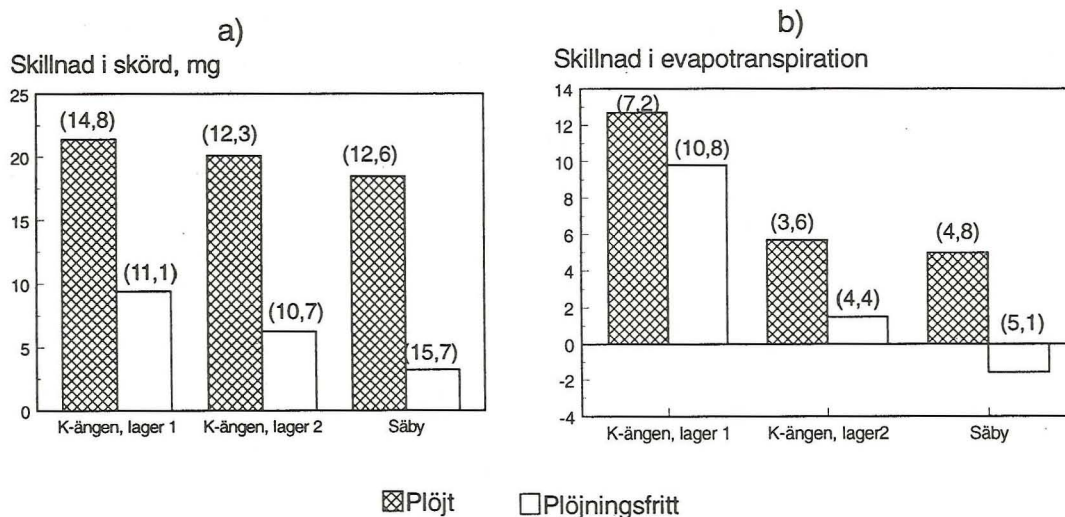
Tabell 2. Skörd i mg vid odling av korn i cylindrar. Före och efter sådd avser provtagningstidpunkten för cylindrarna i fält

	Kungsängen 7-17 cm		Kungsängen 13-23 cm		Säby 10-20 cm	
	Före sådd	Efter sådd	Före sådd	Efter sådd	Före sådd	Efter sådd
Plöjt	142	163	141	162	138	157
Ej plöjt	147	157	149	156	145	148
Sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

I tabell 2 redovisas medelvärden av skörden för samtliga cylindrar i plöjt och icke plöjt led, uppdelade efter provtagningstidpunkt (före och efter såbäddsberedning). Skörden var i samtliga skikt högre från cylindrar uttagna efter sådd än de som provtagits före sådd. För provtagningstidpunkt före sådd var skörden högre i icke plöjda än plöjda led i alla skikt, medan förhållandet var det omvända för prover tagna efter sådd. Skillnader mellan led vid enstaka provtagningstillfällen var dock inte signifikanta.

I figur 4 a redovisas skillnaderna i skörd mellan prover tagna före och efter såbäddsberedning. I plöjt led var skörden signifikant högre i prover från den senare tidpunkten i samtliga skikt ($p < 0,05$). I ej plöjt led var skörden också högre i prover tagna efter sådd, skillnaden var dock inte statistiskt signifikant i något fall. Evapotranspirationen uppvisade ett liknande mönster, med högre avdunstning från prover tagna efter sådd, speciellt i plöjt led (figur 4 b).

Skillnaderna mellan låga och normala ringtryck var små och redovisas därför ej.



Figur 4. Skillnad i skörd (a) och evapotranspiration (b) mellan cylindrar uttagna efter sådd jämfört med prover tagna innan såbäddsberedning. Siffrorna inom parentes anger längden av ett 95-procentigt konfidensintervall för skillnader mellan provtagningstidpunkter.

Fältförsök, serie R2-4027

Skrymdensitet

Torr skrymdensitet för de olika bearbetningarna i packat och ej packat led redovisas i tabell 3. I det ytligaste skiktet var skrymdensiteten ungefär samma för de olika bearbetningarna i ej packade rutor. Packningen ledde till en höjning av skrymdensiteten i samtliga led, som var statistiskt signifikant. I det djupare skiktet var skrymdensiteten innan packning högst i det led som kultiverats till 10 cm. I detta led uppmättes ingen ökad skrymdensitet efter packning, men den var trots detta fortfarande högre än i de andra packade leden.

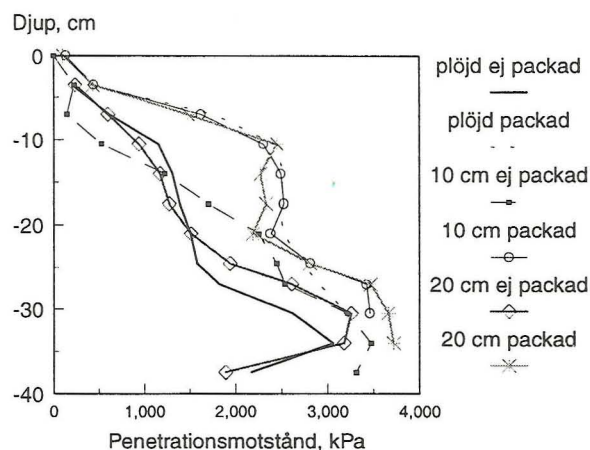
Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotstånd i de olika leden visas i figur 5. I ej packade led var penetrationsmotståndet i skiktet 15-25 cm högre efter kultivator till 10 cm jämfört med djupare bearbetning. Packning medförde en kraftig höjning av penetrationsmotståndet, och det var ej möjligt att urskilja några skillnader mellan bearbetningssystemen i packade rutor.

Tabell 3. Torr skrymdensitet (g/cm^3) för de olika leden i serie R2-4027

	0-10 cm	10-25 cm
Plöjt, ej packat	1,11	1,14
Plöjt, packat	1,28	1,23
Kultivator 10 cm, ej packat	1,13	1,28
Kultivator 10 cm, packat	1,21	1,27
Kultivator 20 cm, ej packat	1,14	1,19
Kultivator 20 cm, packat	1,27	1,22
Plöjning	1,19	1,19
Kultivator 10 cm	1,21	1,28
Kultivator 20 cm	1,17	1,21
Ej packat	1,13	1,20
Packat	1,26	1,24
Sign. bearbetning	n.s.	*
Sign. packning	*	n.s.
Sign. samspel	n.s.	n.s.

Figur 5. Penetrationsmotstånd i försök R2-4027.



Plantetablering och skörd

Inga signifikanta skillnader i antal plantor noterades mellan leden (tabell 4), även om det fanns en tendens till något högre plantantal i packade rutor. Uppkomsten var också någon dag tidigare i packat led.

Vid klippningen 28 juni var skillnaderna mellan leden mycket stora, tabell 4. Plöjningen gav högst skörd, kultivator till 20 cm 11 % lägre medan kultivator till 10 cm gav 38 % lägre skörd än plöjning. Återpackning höjde skörden kraftigt, packat led gav över 50 % högre skörd än opackat. Också kärnsköörden blev högre i återpackade led, ca 500 kg/ha mer än opackade. Både effekterna av bearbetning och packning var statistiskt signifikanta. Inga signifikanta samspelseffekter erhöles vid något av skördetillfällena.

Tabell 4. Plantantal och skörd i serie R2-4027 1995

	Plantor/m ²	Ts, kg/ha, 28/6	Kärnskörd, kg/ha
Plöjt, ej packat	327	1140	4420
Plöjt, packat	360	1780	5190
Kultivator 10 cm, ej packat	328	770	3150
Kultivator 10 cm, packat	327	1200	3550
Kultivator 20 cm, ej packat	305	900	4280
Kultivator 20 cm, packat	358	1700	4720
Plöjning	344	1460	4800
Kultivator 10 cm	328	990	3350
Kultivator 20 cm	332	1300	4500
Ej packat	320	940	3950
Packat	348	1560	4490
Sign. bearbetning	n.s.	**	*
Sign. packning	n.s.	**	*
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.

DISKUSSION

Bearbetningens inverkan på markens skrymdensitet uppvisade samma mönster i båda försökserierna. I det ytligaste, bearbetade lagret, var skrymdensiteten ungefär samma för olika bearbetningsmetoder. Packning i samband med såbäddsberedning ökade markens skrymdensitet lika mycket oavsett om marken plöjts eller inte. Före sådd var skrymdensiteten i matjordens nedre del betydligt högre vid en grund bearbetning med kultivator än vid plöjning, och en del av denna skillnad kvarstod även när marken packats i samband med sådden. Den djupa bearbetningen med kultivator till 20 cm som ingick i serie R2-4025 tycks ha haft ungefär samma luckrande effekt som plöjning.

Skrymdensitetens inverkan på skörden tycks dock skilja sig något mellan cylinderproven och fältförsöket. Något entydigt samband mellan markens skrymdensitet och grödans avkastning gick ej att utläsa för enskilda cylindrar, även om det fanns en tendens till en optimumkurva enligt figur 1 i ett av skikten. Variationen mellan cylindrarna var stor, kanske beroende på att varje cylinder endast innehöll två plantor, vilket innebar att varje enskild planta fick stor inverkan på resultatet. Tittar man istället på ledmedelvärden för samtliga cylindrar, visar det sig att skörden i plöjt led var signifikant högre för prover uttagna efter jämfört med före sådd. Också i ej plöjt led var skörden högre i de sist uttagna cylindrarna, även om skillnaden ej var signifikant. Skillnader i evapotranspiration följer samma mönster. Det tycks alltså som om återpackningen i samband med sådd i genomsnitt hade en positiv inverkan på avkastningen. Det föreligger dock en viktig skillnad mellan odling i cylindrar och odling i fält: mängden jord i cylindrarna blir högre med ökad skrymdensitet, medan mängden jord i fält är densamma oavsett packning. Höjd skörd vid ökad skrymdensitet i cylindrarna kan alltså i första hand bero på att mängden jord och därmed också mängden vatten ökar.

I fältförsöket erhöles mycket starka effekter av återpackning, oavsett bearbetning. Vid klippningen 28 juni var skörden i genomsnitt över 50 % högre i det packade än i det opackade ledet. Detta var oväntat med tanke på att mycket regn föll under våren, medan positiva effekter av packning är vanligast under torra förhållanden. Också kärnsköörden blev högre i återpackade led, även om skillnaderna mellan leden var mindre än vid den tidiga klippningen. Flera orsaker till de stora ledskillnaderna är tänkbara.

Genom packningen skapades en fast såbotten med god ledning av vatten till fröet. Packningen hade också en rent bearbetande effekt, vilket troligen medförde en större andel finjord, en jämnare såbädd och ett jämnare såddjup. Planträknningen visade dock att antalet plantor var tillfredsställande, och ej signifikant skilt mellan leden, skillnader i skörd berodde alltså inte på skillnader i antalet plantor.

Ytstrukturen var tydligt grövre i ej packat led. Nederbörden efter sådd orsakade sedan en skorpa, som blev kraftigare i packat led. Markytan var tydligt mörkare i packade rutor, vilket indikerade en snabbare transport av vatten och en högre avdunstning. Trots detta blev det alltså betydligt högre skörd i packat led, möjligen beroende på en bättre transport av näringsämnen.

SLUTSATSER

Mätningarna av markens skrymdensitet och penetrationsmotstånd tyder på att kultivator luckrar jorden ungefär lika mycket som plog ner till det djup som marken bearbetas. Det är därför rimligt att anta att det finns ett behov av återpackning också i plöjningsfri odling, åtminstone i ytligare skikt. Under kultivatorns bearbetningsdjup är skrymdensiteten normalt högre än efter plöjning, en skillnad som kvarstår också efter packning vid såbäddsberedning.

Skörderesultaten i serie R2-4027 1995 pekar på att behovet av återpackning är detsamma för plöjning, kultivator till 10 och till 20 cm djup. En förklaring kan vara att återpackningen är positiv främst i ytnära skikt: för att ge god vattentransport till fröet och god transport av näringsämnen. Ett års försök är dock för lite för att dra mer generella slutsatser om återpackningsbehovet i plöjningsfri odling.

SAMMANFATTNING

Effekter av återpackning efter bearbetning med plog eller kultivator studerades i två typer av försök: (1) Odling under tak i cylindrar uttagna i fält. Cylindrarna togs före och efter såbäddsberedning i två fältförsök från led med och utan plöjning, på så sätt erhöles en stor naturlig variation i provernas skrymdensitet. (2) Odling i fältförsök med och utan återpackning i tre olika bearbetningssystem: plöjning, kultivator till 10 cm och kultivator till 20 cm. Återpackning gjordes genom två överfarter med traktor, vikt 4500 kg.

Något generellt samband mellan skörd och torr skrymdensitet i jordcylindrarna erhöles ej. Vid en jämförelse mellan prover uttagna före och efter sådd visade det sig att skörden var högre efter den senare provtagningen, vilket tyder på att återpackningen ändå hade en positiv effekt på skörden. Skillnaden var större i plöjda än i icke plöjda jordprov.

I fältförsöket erhöles kraftiga skördehöjningar i packade jämfört med opackade led, oberoende av bearbetningssystem. Skrymdensiteten före packning var ungefär lika till 10 cm, i skiktet 10-25 cm högst i det led som kultiverats till 10 cm. Packning höjde skrymdensiteten, och skillnader i skrymdensitet för de olika bearbetningssystemen efter packning var ej signifikanta.

Resultaten i fältförsöket tyder på att kultivator har samma luckrande effekt som plöjning i det skikt som bearbetas, och att behovet av återpackning av matjorden kan vara lika stort vid plöjningsfri som i konventionell odling.

SUMMARY

The effects of recompaction after primary tillage were studied in two types of experiments: (1) Plants grown in soil cores sampled in two field experiments, in plots with mouldboard ploughing and with shallow tillage. The cores were sampled before and after seedbed preparation, in order to obtain a large variation in bulk density. (2) Plants grown in field experiments, with and without recompaction in three primary tillage systems: mouldboard ploughing, chisel ploughing to 10 cm, chisel ploughing to 20 cm. The recompacted plots were trafficked twice track-by-track with a tractor, weight 4500 kg, inflation pressure 50 kPa.

In the soil cores, no general relationship between yield and bulk density was found. However, the average yield was higher in cores sampled after seedbed preparation, indicating a positive effect of recompaction on yield. The yield difference was highest in cores from mouldboard ploughed plots.

In the field experiment there was a large and statistically significant increase in yield in recompacted plots, regardless of primary tillage system. In non compacted plots, the bulk density was similar for the different tillage systems to a depth of 10 cm. In the layer 10-25 cm it was highest in the treatment which was chiselled to 10 cm. In compacted plots, there was no significant difference in bulk density between the tillage systems.

The results in the field experiment indicate that the chisel plough lowers bulk density to the same degree as the mouldboard plough in the tilled layer, and that recompaction can increase yield also in shallow tillage.

REFERENSER

Arvidsson, J., Håkansson, I., 1991. A model for estimating the yield losses caused by soil compaction. *Soil and Tillage Research*, 20, 319-332.

Boone, F.R., Veen, B.W., 1994. Mechanisms of crop responses to soil compaction. I *Soil compaction in crop production*, eds B.D. Soane och C. van Ouwerkerk, Elsevier, Amsterdam.

Håkansson, I., 1990. A method for characterizing the state of compactness of the plough layer. *Soil Tillage Res.*, 16: 105-120.

Lindstrom, M.J., Voorhees, W.B., 1994. Responses of temperate crops in north America to soil compaction. I *Soil compaction in crop production*, eds B.D. Soane och C. van Ouwerkerk, Elsevier, Amsterdam.

Lipiec, J., Simota, C., 1994. Role of soil and climate factors in influencing crop responses to soil compaction in central and eastern Europe. I *Soil compaction in crop production*, eds B.D. Soane och C. van Ouwerkerk, Elsevier, Amsterdam.

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Nr	År	
1	1992	Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Bo Thunholm: 1990 års jordbearbetningsförsök. 40 s.
2	1992	Mats Tobiasson: EKOODLAREN - En studie av ett kombinationsredskap för sådd och ogräshackning, utförd våren och sommaren 1991. Examensarbete. 19 s.
3	1993	Mats Tobiasson: Såbillar för reducerad bearbetning. Undersökningar av nya såbillar för odlingssystem med reducerad bearbetning, utförda 1991 och 1992. 23 s.
4	1993	Anna Borg: Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - beräkning av olika källors bidrag till växtnäringsläckaget. Examensarbete. 45 s. <i>Flows of nitrogen and phosphorus in the Forshällaån watershed - estimations of the contributions from different sources to the leaching of plant nutrients. 45 pp.</i>
5	1993	Thomas Grath: <i>Effects of soil compaction on physical, chemical and biological soil properties and crop production.</i> 101 pp.
6	1993	Estela Pasuquin: <i>Tillage influences on soil conditions and crop response under dry weather in the Philippines and in Sweden.</i> 62 pp.
7	1994	Hans Pettersson: Radhackning i stråsäd med ny hackutrustning. Examensarbete. 28 s. <i>Rowhoeing in cereals with new hoeing equipment. 28 pp.</i>
8	1994	Jörgen Lidström och Lars Olsson: Nya såmaskiner för reducerad bearbetning. Examensarbete. 57 s. <i>New drills for reduced tillage. 57 pp.</i>
9	1994	Sara Lindén: Tidig start och tillväxt av sockerbeter. Examensarbete. 37 s. <i>Early start and growth of sugarbeets. 37 pp.</i>
10	1994	Sasa Ristic och Tomas Rydberg. Optimering av bearbetningsintensitet och jordpackning samt studier av markfysikaliska orsaker till ojämna bestånd i oljeväxter. 13 s.
11	1994	Jennie Andersson: Vattenhaltsmätningar med TDR (time domain reflectometry) och neutronsond i försök med tidig sådd av korn. 37 s. <i>Soil moisture measurements with TDR (time domain reflectometry) and neutron probe in a field experiment of early sown barley. 37 pp.</i>

Nr	År	
12	1994	Anders Gustafsson: Totalinnehåll och djupfördelning av organisk substans i mångåriga plöjningsdjupsförsök. Examensarbete. 25 s. <i>Total content and vertical distribution of organic matter in long-term experiments with different ploughing depths. 25 pp.</i>
13	1995	Sixten Gunnarsson och Göran Kritz. Olika bearbetningssystem i potatisodlingen. 12 s. <i>Different tillage systems and potato growth. 12 pp.</i>
14	1995	Daniel Johansson: Groning och plantetablering vid låga temperaturer i kärkförsök och i fältförsök med tidig sådd. 35 s. <i>Germination and plant development at low temperature in pot and field experiments. 35 pp.</i>
15	1995	Åse Littorin Johansson: Radhackning i stråsäd. 28 s. <i>Row hoeing in cereals. 28 pp.</i>
16	1995	Johan Arvidsson: Återpackning vid sådd i plöjningsfri odling. 12 s. <i>Recompaction in ploughless tillage. 12 pp.</i>