

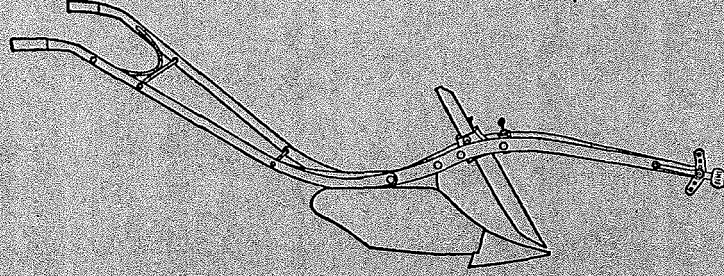


LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN --- --- JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Agricultural College of Sweden, S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences
Reports from the Division of Soil Management



Nr 48

1976

Inge Håkansson

OLIKA GRÖDORS KÄNSLIGHET FÖR PACK-
NINGSGRADEN I MATJORDEN. TVÅ FÖRSÖK
MED VALLVÄXTER 1971--74.

ISBN 91-7088-561-3

UDK:nr 631.431.7

Lantbrukshögskolan, 750 07 UPPSALA 7
Institutionen för markvetenskap
Rpporter från jordbearbetningsavdelningen
Nr 48 1976
ISBN 91-7088-561-3

Inge Håkansson:

OLIKA GRÖDORS KÄNSLIGHET FÖR PACKNINGSGRADEN I MATJORDEN. TVÅ FÖRSÖK
MED VALLVÄXTER 1971--74.

*The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the
plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-1974.*

<u>Innehållsförteckning:</u>	sid
Inledning	2
Metodik	3
Försöksplatser, väderlek m m	5
Resultat	8
Diskussion	14
Sammanfattning	15
Summary	16
Litteratur	17

Slutrapport över försöksprojekt R2-P13,
olika grödors känslighet för packnings-
graden i matjorden, delprojekt med vall-
växter (försöksserie R2-7206).
Projektledare: Inge Håkansson

INLEDNING

Den svenska forsknings- och försöksverksamheten på jordpackningsområdet har varit och är ganska omfattande. En översikt över samtliga resultat, som erhållits t o m år 1973, har utarbetats av Eriksson, Håkansson & Danfors (1974). De utförda avkastningsförsöken indelades därvid i följande tre trupper:

1. Kortvariga försök, som visar hur den aktuella packningsgraden i matjorden påverkar grödornas avkastning.
2. Mångåriga försök, som visar de långsiktiga verkningarna av årligen upprepad packning.
3. Försök med tung körning vid skörd av slåttervall, varvid körningen orsakar såväl jordpackning som körskador på växterna.

I föreliggande rapport slutredovisas en serie försök tillhörande grupp 1. I samtliga försök i denna grupp har de försöksmässiga packningarna utförts vid såbäddsberedningen. Matjorden på försöksplatserna har i förväg varit luckrad genom plöjning. Ett antal olika packningsgrader har åstadkommit i matjordslagret genom körning med traktorer. Vid den efterföljande såbäddsberedningen har en god och i möjligaste mån likartad såbädd eftersträvat i samtliga försöksled oberoende av det olikartade packningstillståndet i matjordens djupare delar.

Det stora flertalet försök i grupp 1 har som försöksgröda haft något ettårigt växtslag, mestadels vårstråsåd. Det har framkommit, att det alltid existerar ett packningsgradsoptimum i matjorden. För höga och för låga packningsgrader ger avkastningssänkning. Packningsgradsoptimumets läge och avkastningssänkningens storlek vid de höga och de låga packningsgraderna har visats eller kan antas bero på flera olika faktorer. Bland dessa kan nämnas jordarten, grödan, växtnäringstillståndet och fuktighetsförhållandena. Fuktigheten under vegetationsperioden synes vara av särskild betydelse. Under våttår ligger sålunda packningsgradsoptimumet lågt (jorden bör vara lucker), under torrår betydligt högre (jorden bör vara förhållandevis packad). Skillnaderna mellan olika jordar tycks däremot i stor utsträckning kunna elimineras, om man kan karakterisera packningstillståndet på lämpligt sätt. Den i försöken tillämpade metoden för bestämning av "packningsgraden" är avsedd att tillgodose detta syfte. Växtnäringstillståndets betydelse är ännu inte tillräckligt belyst.

I en del av de utförda försöken har olika grödors känslighet för packningstillståndet i matjorden jämförts. Dessa försök har omfattat tre eller fyra olika packningsgrader och tre eller fyra växtslag. I en serie om 18 försök (försöksserie R2-7204) har olika vårstråsådesslag ingått (korn, havre, vete, i några försök också ärter). En serie om 17 försök (R2-7205) har omfattat olika höstsådda grödor (raps, rybs, råg och vete). I en pågående försöksserie (R2-7213, hittills 9 försöksplatser) ingår på varje plats tre eller fyra av följande växtslag: vårraps, vårrybs, grönfoderraps, åkerbönor, potatis, sockerbetor och korn. Några försök har utförts med olika sorter av samma växtslag (R2-7212, hittills 3 försök med olika kornsorter och 3 försök med olika havresorter). En del resultat från de nu nämnda försöksserierna finns publicerade (Eriksson, Håkansson & Danfors, 1974; Håkansson, 1973).

Gruppen av försök med olika grödors känslighet för packningstillståndet i matjorden ansågs även bära innefatta några försök med vallväxter. En serie försök (R2-7206) med fyra olika packningsgrader i matjorden och

fyra vallväxtslag startades därför år 1970. Enligt projektplanen skulle serien omfatta sammanlagt sex försök anlagda åren 1970 och 1971. Problem att finna lämpliga försöksplatser gjorde, att endast fem försök blev anlagda. På tre av dessa misslyckades vallinsådden helt på grund av torka under sommaren och försöken måste slopas. De två återstående försöken fullföljdes men inte heller på dessa var valletableringen fullgod. Erfarenheterna gjorde, att försökstypen ansågs alltför vanskelig, och inga fler försök anlås.

Föreliggande rapport utgör en slutredovisning av resultaten i försöks-serien. Som framgår av ovanstående har endast två försök kunnat full-följas. Trots att ganska mycket arbete las ner, är resultaten därför synnerligen begränsade.

METODIK

Försöksplan (R2-7206).

11	Rödklöver	Ingen packning
12	"	Lätt "
13	"	Normal"
14	"	Stark "
21	Timotej	Ingen packning
22	"	Lätt "
23	"	Normal"
24	"	Stark "
31	Ängssvingel	Ingen packning
32	"	Lätt "
33	"	Normal"
34	"	Stark "
41	Blandvall	Ingen packning
42	"	Lätt "
43	"	Normal"
44	"	Stark "

Fältplan:

Split-plotplan med de olika växtslagen som huvudrutor och packnings-graderna som smårutor. Fyra block. Smårutornas bredd mellan 2,4 och 3,5 m, längd mellan 10 och 20 m.

Anläggning:

Vallväxterna såddes utan skyddssäd. Man hade eljest riskerat att få olika stark konkurrens från skyddssäden på de olika packningsleden, vilket kunde ha maskerat vallväxternas egen reaktion på packningstillståndet. I enlighet med gängse rekommendationer för insädd utan skyddssäd såddes försöken på sommaren. Försöken anlades på plöjda fält, som trädades på försommaren. I försöken i Örebro län plöjdes försöksplatserna på försommaren. Därefter, så snart matjorden var genomfuktad av regn, gjordes de försöksmässiga packningarna, varefter följde såbäddsberedning och sådd. Försöken på Ultuna egendom anlades på höstplöjda fält. De försöksmässiga packningarna gjordes på våren vid tiden för ett normalt vårbruk. Därefter gjordes en tids grunt trädbruk och slutligen såbäddsberedning och sådd.

Försöksmässiga packningar:

Ingen packning. Inom skörderutorna i detta försöksled fick inga traktorspår förekomma efter den senaste plöjningen. Ev trädesbruk samt såbäddsberedning och sådd gjordes med hjälp av en traktor med bredställda hjul. Vid alla körningar gick traktorn i samma spår och grenslade skörderutorna. Dessas bredd blev, beroende på traktorns spårvidd, mellan 1,37 och 1,75 m.

Lätt packning. Rutornas yta täcktes en gång med spår av en lätt traktor med lägsta möjliga ringtryck.

Normal packning. Rutornas yta täcktes en gång med spår av en medeltung traktor med normalt ringtryck.

Stark packning. Rutornas yta täcktes tre gånger med spår av en medeltung eller tung traktor med högt ringtryck.

Såbäddsberedning och sådd:

En så likartad och god såbädd som möjligt samt bästa möjliga sådd eftersträvades på samtliga försöksled oberoende av packningsbehandlingarna. Förutsättningarna för såbäddsberedningen var dock mycket olikartad på de olika packningsleden. På det opackade ledet måste alla körningar göras i rutornas längdriktning med den bredställda traktorn, som då grenslade skörderutorna. Av likformighetsskäl måste körningarna göras på samma sätt på samtliga försöksled. Det är givetvis inte idealiskt att göra bearbetningarna endast i en riktning och de härav föranledda svårigheterna bidrog till att uppkomsten blev dålig i flera av försöken. Vid sådden markerades skörderutorna genom att de såbillar, som gick närmast innanför den bredställda traktorns hjul, stängdes av.

Gödsling:

En för resp plats och valltyp normal gödsling tillämpades. Kvävegödslingen varierades sålunda beroende på växtslaget. Till gräsvallarna gavs ca 100 kg N per ha på våren och ca 50 kg N per ha efter första skörden. Till blandvallen reducerades kvävegivan beroende på klöverandelen. Klövervallen kvävegödsledes ej.

Skörd:

Vid skörden tilläts inga traktorspår i skörderutorna.

Mätningar, analyser, graderingar:

Förutom normal bestämning av grönmasseskörd och grönmassans torrsubstanshalt har följande mätningar, analyser och graderingar förekommit.

Kornstorleksanalys samt vissa kemiska analyser av generalprov av matjorden på försöksplatserna.

Bestämning av matjordens vattenhållande egenskaper genom avsugning av störda jordprover vid de vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vattenpelare ($w_{t,1}$, $w_{t,10}$ resp $w_{t,150}$).

Bestämning av vattenhalten i matjorden vid den försöksmässiga packningen. Gravimetrisk bestämning, minst fyra parallellprover.

Bestämning av packningsgraden i matjorden. Denna bestämning består av två delar. I fält har den torra volymvikten i matjordens centrala del + bottenlager (från harvningsbotten till plogbotten) mätts upp så snart som möjligt efter försöksanläggningen med den teknik som beskrivits av Andersson & Håkansson (1963). Tre parallellbestämningar i varje försöksled. På laboratoriet har jordprover från försöksplatsen utsatts för en standardiserad packningsbehandling med trycket 200 kPa. Packningsgraden i matjordens centrala del och bottenlager, D , definieras på följande sätt (se Eriksson, Håkansson & Danfors, 1974):

$$D = 100 \cdot \frac{\gamma_t}{\gamma_{t,p}}$$

där γ_t är den aktuella volymvikten och $\gamma_{t,p}$ är jordens volymvikt i det packade standardtillståndet:

Gradering av planttätheten (0-100, rutvis) på hösten insåningsåret eller på våren i förstaårsvallén.

Gradering av vallens slutenhet (0-100, rutvis) på försommaren.

Gradering av vallens botaniska sammansättning (baljväxter, gräs, ogräs; 0-100 rutvis) vid varje skördetillfälle.

FÖRSÖKSPLATSER, VÄDERLEK MM

Tabell 1 upptar en lista på de i försöksserien anlagda försöken. Sammanlagt fem försök anlas. År 1970 anlades två försök men båda måste slopas, då vallanläggningen blev misslyckad p g a torka. År 1971 anlades ett försök. År 1972 slutligen anlades två försök. På det ena av dessa misslyckades vallanläggningen, även i detta fall p g a torka. Endast två av försöken skördades därför försöksmässigt och inte heller i dessa blev valletableringen fullgod. I fortsättningen begränsas redogörelsen till de två försök som skördats.

Tabell 1. Lista över försöksplatserna.

Försök nr, försöksplats	Sådatum	Anm
T 71/70, Nybble	1970-07-31	Misslyckad vallanläggning. Slopas
T 72/70, Sickelsjö	1970-07-31	" " "
T 1/71, Averby	1971-06-30	Ganska lyckad vallanläggning
U1 118/72, Ultuna egendom, Säby	1972-07-04	Delvis mindre lyckad vallanläggning
U1 119/72, Ultuna	1972-07-06	Misslyckad vallanläggning. Slopas

I tabell 2 ges några analysdata för matjorden på försöksplatserna. På båda platserna är denna en molättlera med ganska gott växtnäringstillstånd.

Tabell 2. Några analysdata för matjorden på försöksplatserna.

	Försök T1/71 Averby	Försök U1 118/72 Säby
Kornstorlekssammansättning och mullhalt, %		
Sand	3	1
Mo	51	57
Mjåla	27	15
Ler	16	21
Mull	2,1	4,8
Markkemiska data		
pH	6,5	6,4
P _{AL}	19,2	5,0
P _{HCl}	60	64
K _{AL}	12,0	10,0
K _{HCl}	125	115
Avsugningsvärden, vikts-% vatten		
$w_{t,1}$		35,7
$w_{t,10}$		25,0
$w_{t,150}$		9,8

I tabell 3 lämnas uppgifter om den försöksmässiga packningen och om de i matjorden erhållna packningsgraderna. Det är anmärkningsvärt, att packningsgradsvärdena för försöksleden 2 och 3 på Averby är så lika. Det troliga är, att det i verkligheten föreligger en större skillnad i genomsnittlig packningsgrad mellan leden. Inom rutorna förekommer dock en betydande variation och mätningarna kan ha hamnat på delytor, som varit mindre representativa för sina respektive led.

Tabell 3. Några uppgifter om den försöksmässiga packningen.

	Försök T1/71 Averby	Försök U1 118/72 Säby
Datum för packningen	1971-06-29	1972-05-03
Vid packningen använda traktorer m m		
Försöksled 2 (lätt packning)		
Traktorvikt, kg	1.800	1.700
Däcksdimension, Bakhjul	12,4/11-28	11-28
" Framhjul	6,00-16	6,00-15
Ringtryck, kPa, Bakhjul	60	60
" Framhjul	80	70
Antal överfarter	1	1
Försöksled 3 (Normal packning)		
Traktorvikt, kg	2.900	2.500
Däcksdimension, Bakhjul	14-34	12-36
" Framhjul	7,50-18	7,50-16
Ringtryck, kPa, Bakhjul	100	100
" Framhjul	100	150
Antal överfarter	1	1
Försöksled 4 (stark packning)		
Traktorvikt, kg	6.400	2.500
Däcksdimension, Bakhjul	18,4-38	12-36
" Framhjul	14,9-24	7,50-16
Ringtryck, kPa, Bakhjul	160	160
" Framhjul	200	250
Antal överfarter	3	3
Vattenhalt i matjorden vid packningen, vikts-%		
0- 5 cm	20,3	25,7
5-21 cm	22,8	28,4
Datum för volymsmätningen	1971-06-30	1972-06-14
Erhållen packningsgrad i matjordens centrala del + bottenlager		
Försöksled 1, ingen packning	83,0	78,1
" 2, lätt "	86,7	82,4
" 3, normal "	86,9	86,1
" 4, stark "	94,1	91,7

Tabell 4 upptar uppgifter om växtslag och sorter i de båda försöken. I tabell 5 anges den månatliga nederbörden på de meteorologiska stationerna i Örebro (ca 40 km från försöksplatsen på Averby) och Ultuna (ca 4 km från försöksplatsen på Säby) under de aktuella försöksperioderna. I genomsnitt var försöksperioderna torrare än normalt på båda platserna. Under juli 1971 föll dock ganska mycket regn, vilket möjliggjorde en god uppkomst i Averbyförsöket. Juli 1972 hade låg nederbörd på Ultuna, augusti däremot normal. På Säbyförsöket blev uppkomsten försenad och ojämn genom torkan i juli. Under eftersommaren blev uppkomsten dock så pass god, att försöket kunde behållas. Det samtidigt insådda försöket på styvare lera på Ultuna måste dock slopas.

Tabell 4. Växtslag, sorter och utsädesmängder.

Försöksled	Försök T1/71, Averbj	Försök U1 118/72, Säby
Rödklöver	Hermes	Disa (15 kg/ha)
Timotej	Omnia	Omnia (18 kg/ha)
Ängssvingel	Mimer	Pajbjerg (20 kg/ha)
Blandvall	Blandfrö E: Rödklöver, Merkur Alsikeklöver, Svea Timotej, Sv. sena Ängssvingel	Rödklöver, Disa Timotej, Omnia Ängssvingel, Pajbjerg (4+8+8 kg/ha)

Tabell 5. Månatlig nederbörd vid de meteorologiska stationerna i Örebro och Ultuna under de aktuella försöksåren samt normalt.

Månad	Örebro				Ultuna			
	1971	1972	1973	1931-1960	1972	1973	1974	1941-1970
Januari		22	30	47		35	33	39
Februari		30	31	38		62	35	26
Mars		35	6	30		6	29	21
April	16	63	27	37	28	45	6	29
Maj	20	73	57	41	29	23	31	34
Juni	43	41	14	55	25	34	61	44
Juli	103	58		72	24	85		64
Augusti	86	43		81	75	27		70
September	38	105		65	41	34		49
Oktober	33	38		56	28	18		49
November	66	54		63	39	72		49
December	24	38		55	17	43		44

RESULTAT

I tabellerna 6 och 7 redovisas resultaten av de utförda graderingarna av planttätheten samt av vallens slutenhet och botaniska sammansättning. Planttätheten är inte tillfredsställande i alla växtslag, vilket visar, att vallanläggningen ej blev helt lyckad. Detta gäller särskilt Säbyförsöket. I en del fall finns det rätt stora och oregelbundna skillnader mellan packningsleden. Härigenom minskas skörderesultatens tillförlitlighet när det gäller att fastställa packningsgradens betydelse för avkastningen.

På Säbyförsöket är vallens slutenhet på försommaren ofullständig. Detta gäller särskilt andraårsvallen. Rödklövervallen var då så dålig och ojämn, att den ej ansågs värd att skörda försöksmässigt. På Averbj-försöket var slutenheten betydligt bättre.

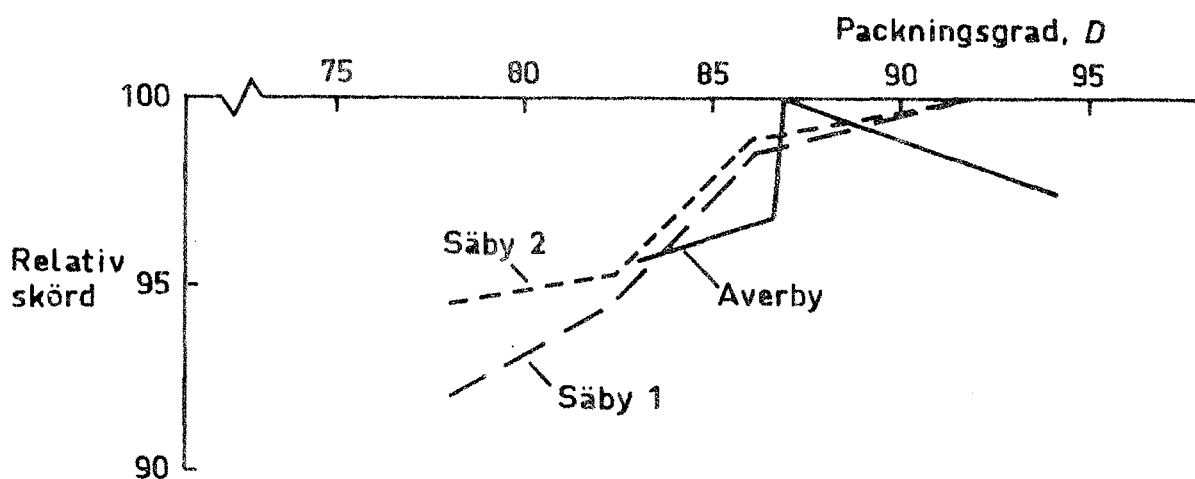
I en del försöksled är ogräsförekomsten ganska riklig. Någon effekt av packningen på ogräsförekomsten eller på blandvallens botaniska sammansättning kan dock inte fastställas.

I tabellerna 8 och 9 redovisas avkastningen i kg torrsubstans per ha. I försök T 1/71, Averby, togs en försöksmässig skörd på hösten insåningsåret, tre skördar i förstaårsvallen och en i andraårsvallen. I försök UI 118/72, Säby, togs två skördar i förstaårsvallen och en i andraårsvallen.

Vid de enskilda skördetillfällena förekommer ganska stora skillnader mellan växtslagen vad beträffar relationerna mellan packningsleden. Någon regelbunden gång föreligger dock ej, utan relationerna ändras från skördetillfälle till skördetillfälle. Sannolikt beror detta mest på försöksfel och torde i stor utsträckning orsakas av svårigheterna att vid vallskörd ta ut representativa prover för torrsubstansbestämning ur den skördade grönmassan. I de här redovisade försöken uttogs torrsubstansproverna ledvis utom år 1974, då rutvis provtagning införts.

I den sammanlagda skörden för hela försöksperioden har de nyssnämnda skillnaderna mellan växtslagen i stort sett utjämnats. Någon skillnad mellan växtslagen i packningsgradsoptimets läge kan sålunda inte konstateras. Försöksmaterialet är dock litet och osäkert.

Den genomsnittliga skillnaden mellan packningsleden i avkastning är liten. Högsta avkastning har erhållits i försöksled 3 eller 4. I fig 1 visas den totala avkastningen i genomsnitt för samtliga grödor, som funktion av den strax efter försökens anläggning uppmätta packningsgraden i matjorden. Avkastningen i det högst avkastande packningsledet har därvid givits relativtalet 100. Avkastningskurvorna för de båda försöken sammanfaller mycket väl. Detta var också att vänta, då såväl jordart som väderleksförhållanden varit mycket likartade. Packningsgradsoptimet kan inte bestämmas särskilt noggrant, bl a därför att vallanläggningen inte blev helt lyckad. Det tycks dock i båda försöken ligga ganska nära packningsgrad 90.



Figur 1. Totalskörden under försöksperioden som funktion av packningsgraden i matjordens centrala del + bottenlager. (Packningsgraden är bestämd strax efter försökens anläggning.) För Säbyförsöket redovisas resultaten dels för fyra grödor under ett år (Säby 1) dels för tre grödor under två år (Säby 2).

Tabell 6. Försök T1/71, Averby. Vallens planttäthet samt botaniska sammansättning enligt fältgraderingar (0-100).
 B = baljväxter, G = gräs, Ö = övriga arter (ogräs).

Försöksled	Planttäthet 1971-11-03	Botanisk sammansättning														
		1971-10-04			1972-06-14			1972-08-11			1972-10-05			1973-06-18		
		B	G	Ö	B	G	Ö	B	G	Ö	B	G	Ö	B	G	Ö
11 Rödklöver	79	88	0	12	79	8	13	75	0	25	82	3	15	48	48	5
12 " "	71	88	0	12	55	16	29	66	0	34	86	1	13	28	64	9
13 " "	75	86	0	14	58	19	23	69	0	31	89	1	10	40	54	6
14 " "	75	88	0	12	73	10	17	81	0	19	90	0	10	50	45	5
21 Timotej	88	0	73	27	0	96	4	0	96	4	0	95	5	0	100	0
22 " "	95	0	78	22	0	98	2	0	94	6	0	95	5	0	100	0
23 " "	98	0	78	22	0	98	2	0	95	5	0	95	5	0	100	0
24 " "	100	0	78	22	0	98	2	0	95	5	0	96	4	0	100	0
31 Ängssvingel	98	0	85	15	0	95	5	0	95	5	0	96	4	0	100	0
32 " "	98	0	88	12	0	95	5	0	95	5	0	96	4	0	100	0
33 " "	98	0	85	15	0	95	5	0	95	5	0	96	4	0	100	0
34 " "	99	0	88	12	0	94	5	0	95	5	0	96	4	0	100	0
41 Blandvall	94	60	23	17	24	71	5	15	79	6	25	70	5	31	69	0
42 " "	96	60	23	17	24	71	5	15	80	5	25	70	5	31	69	0
43 " "	94	58	25	17	25	70	5	16	79	5	25	70	5	31	69	0
44 " "	99	58	25	17	25	70	5	19	76	5	26	69	5	29	71	0
1 Rödklöver	75	88	0	13	66	13	21	73	0	27	87	1	12	41	53	6
2 Timotej	95	0	77	23	0	98	3	0	95	5	0	95	5	0	100	0
3 Ängssvingel	98	0	87	14	0	95	5	0	95	5	0	96	4	0	100	0
4 Blandvall	96	59	24	17	25	71	5	16	79	5	25	70	5	31	69	0
1 Ingen packn	90	37	45	18	26	68	7	23	68	10	27	66	7	20	79	1
2 Lätt "	90	37	47	16	20	70	10	20	67	13	28	66	7	15	83	2
3 Normal "	91	36	47	17	21	71	9	21	67	12	29	66	6	18	81	2
4 Stark "	93	37	48	16	25	68	7	25	67	9	29	65	6	20	79	1

Tabell 7. Försök U1 118/72, Säby. Vallens planttäthet och slutenhet samt botaniska sammansättning enligt fältgraderingar (0-100). B = baljväxter, G = gräs, Ö = övriga arter (ogräs).

Försöksled	Planttäth		Slutenhet		Botanisk sammansättning								
	1973-05-01		1973-06-14		1974-05-31		1973-06-14		1973-09-04		1974-06-14		
	B	G	Ö	B	G	Ö	B	G	Ö	B	G	Ö	
11 Rödklöver	Ingen packn	88	100	-	-	-	97	0	3	0	-	-	-
12 "	Lätt "	88	99	-	-	-	98	0	2	0	-	-	-
13 "	Normal "	88	99	-	-	-	97	0	3	0	-	-	-
14 "	Stark "	85	100	-	-	-	95	0	6	0	-	-	-
21 Timotej	Ingen packn	15	91	70	70	70	0	69	31	13	0	97	3
22 "	Lätt "	29	89	80	80	80	0	72	28	8	0	98	3
23 "	Normal "	29	85	73	73	73	0	76	24	9	0	97	3
24 "	Stark "	33	94	76	76	76	0	81	19	10	0	98	2
31 Ängssvingel	Ingen packn	53	98	83	83	83	0	94	6	6	0	98	2
32 "	Lätt "	59	96	85	85	85	0	96	5	8	0	98	2
33 "	Normal "	54	96	83	83	83	0	95	5	8	0	98	2
34 "	Stark "	50	95	78	78	78	0	84	16	13	0	97	3
41 Blandvall	Ingen packn	40	95	63	63	63	25	61	14	4	14	73	14
42 "	Lätt "	38	96	66	66	66	25	59	16	2	13	74	14
43 "	Normal "	49	96	68	68	68	25	65	11	0	13	74	14
44 "	Stark "	48	93	66	66	66	26	62	12	1	14	71	15
1 Rödklöver		87	99	-	-	-	97	0	3	0	-	-	-
2 Timotej		26	90	75	75	75	0	75	25	10	0	97	3
3 Ängssvingel		54	96	82	82	82	0	92	8	8	0	98	2
4 Blandvall		43	95	66	66	66	25	62	13	2	13	73	14
1	Ingen packn	49	96	72	72	72	31	56	14	6	5	89	6
2	Lätt "	53	95	77	77	77	31	57	13	4	4	90	6
3	Normal "	55	94	74	74	74	31	59	11	4	4	90	6
4	Stark "	54	95	73	73	73	30	57	13	6	5	89	7

Tabell 8. Försök T 1/71, Averbj. Torrsubstansskörd i kg/ha vid de enskilda skördetillfällena samt totalskörd i kg/ha och i relativtal.

Försöksled		1971-04-10	1972-06-14	1972-08-11	1972-10-05	1973-06-18	Totalskörd	
							kg/ha	Rel
11	Rödklöver	1.780	1.790	5.120	150	5.110	13.950	100
12	"	1.760	1.440	5.410	130	4.140	12.870	92
13	"	1.640	1.560	6.210	180	4.900	14.480	104
14	"	1.840	1.540	6.370	240	4.010	14.000	100
21	Timotej	3.710	7.370	6.330	1.100	8.940	27.450	100
22	"	3.650	6.640	7.150	1.240	8.660	27.350	100
23	"	3.980	6.950	7.110	1.220	9.830	29.090	106
24	"	3.270	6.530	6.930	1.400	9.300	27.430	100
31	Ängssvingel	2.490	7.950	5.230	2.210	8.780	26.660	100
32	"	2.760	8.330	5.360	2.150	8.850	27.450	103
33	"	2.760	8.460	5.410	2.240	9.200	28.070	105
34	"	2.600	8.370	5.140	2.520	8.650	27.280	102
41	Blandvall	2.680	6.990	6.960	1.120	8.700	26.450	100
42	"	3.090	7.910	6.370	1.120	9.530	28.020	106
43	"	2.960	6.540	6.490	1.140	9.950	27.080	102
44	"	3.170	7.230	7.010	1.280	8.850	27.550	104
1	Rödklöver	1.750	1.580	5.780	170	4.540	13.820	
2	Timotej	3.650	6.870	6.880	1.240	9.180	27.830	
3	Ängssvingel	2.650	8.280	5.290	2.280	8.870	27.370	
4	Blandvall	2.980	7.170	6.710	1.160	9.260	27.270	
1	Ingen packn	2.660	6.020	5.910	1.150	7.880	23.630	100
2	"	2.810	6.080	6.070	1.160	7.790	23.920	101
3	"	2.840	5.880	6.310	1.200	8.470	24.680	104
4	"	2.720	5.920	6.360	1.360	7.700	24.060	102
	Signifikans	***	***	**	***	***	***	***
	Växtslag			*	***			
	Packning			*	***			
	Samspel		*	**				

Tabell 9. Försök UI 118/72, Säby. Torrsubstansskörd i kg/ha vid de enskilda skördetillfällena samt totalskörd i kg/ha och i relativt.

Försöksled	1973-06-20	1973-09-04	1974-06-26	Totalskörd 1973		Totalskörd 1973-1974	
				kg/ha	Rel	kg/ha	Rel
11 Rödklöver	5.690	6.710	Ej skörd	12.410	100	-	-
12 " "	5.860	7.240	" "	13.100	106	-	-
13 " "	6.490	7.510	" "	14.000	113	-	-
14 " "	6.240	6.850	" "	13.100	106	-	-
21 Timotej	6.820	5.360	8.070	12.180	100	20.250	100
22 " "	7.070	5.830	8.620	12.910	106	21.520	106
23 " "	6.930	5.600	8.460	12.530	103	20.990	104
24 " "	6.790	5.930	8.450	12.720	104	21.170	105
31 Ängssvingel	7.060	4.200	7.900	11.260	100	19.150	100
32 " "	7.380	4.310	6.570	11.690	104	18.260	95
33 " "	7.180	4.770	8.180	11.950	106	20.130	105
34 " "	8.000	5.070	7.110	13.070	116	20.180	105
41 Blandvall	7.040	5.850	6.910	12.900	100	19.800	100
42 " "	6.530	5.830	7.520	12.370	96	19.880	100
43 " "	7.240	6.470	7.170	13.710	106	20.870	105
44 " "	7.330	6.690	7.210	14.020	109	21.230	107
1 Rödklöver	6.070	7.080	-	13.150	-	-	-
2 Timotej	6.900	5.680	8.400	12.580	-	20.980	-
3 Ängssvingel	7.400	4.590	7.440	11.990	-	19.430	-
4 Blandvall	7.040	6.210	7.200	13.250	-	20.440	-
1	6.660	5.530	7.630	12.190	100	19.730	100
2	6.710	5.800	7.570	12.520	103	19.890	101
3	6.960	6.090	7.940	13.050	107	20.660	105
4	7.090	6.140	7.590	13.230	109	20.860	106
Signifikans	*	***	*				
Växstlag							**
Packning							
Samspel							

DISKUSSION

I och med att endast två av försöken i serien blev så pass lyckade, att de kunde skördas försöksmässigt, kom försöksmaterialet att bli mycket begränsat. I försök som genomförts med andra växtslag har det visat sig, att det för en given gröda under givna förhållanden existerar en ur avkastningssynpunkt optimal packningsgrad i matjorden. För vårstråsäd under torra år brukar optimalt ligga omkring packningsgrad 85 eller strax däröver (Eriksson, Håkansson & Danfors, 1974). I de här redovisade försöken, som också utförts under torra år, är packningsgradsoptimet visserligen ganska osäkert bestämt men synes ligga i närheten av 90. Försöken ger därför ingen anledning att tro, att det är särskilt stora skillnader i packningsgradsoptimets läge mellan vårstråsädesslagen och de vallväxter, som ingick i försöken. Om stora skillnader förelåg, så borde avkastningsresultaten i försöken ha blivit annorlunda.

Några skillnader mellan de ingående växtslagen vad beträffar packningsgradsoptimets läge har inte kunnat konstateras. Hade mycket stora skillnader förelåg, så borde detta ha framkommit, trots att försöksmaterialet är litet. Försöksresultaten utesluter dock inte, att det kan existera mindre men fortfarande betydelsefulla skillnader. Bl a måste man beakta, att de båda försöken utförts under mycket likartade förhållanden.

Avkastningskurvorna i fig 1 är förhållandevis flacka. Detta kan delvis ha sin orsak i, att det kan ha skett successiva förändringar av matjordens packnings- och strukturtillstånd under försöksperiodens gång. Ettåriga grödor har ju en kort växtperiod och förändringarna i matjordens packningstillstånd under denna tid brukar vara små. Den packningsgrad, som jorden erhåller vid sådden, blir därför i stort sett oförändrad fram till skörden. En vall däremot ligger kvar under längre tid och jorden utsätts för mer omfattande strukturförändringar, bl a genom tjälning under vintrarna. I de utförda försöken är det troligt, att de skillnader i packningsgrad mellan försöksleden, som förelåg vid försöksperiodens början har minskat efter hand. I det opackade ledet har det troligen skett en viss sättning (=ökning av packningsgraden), i det starkt packade en luckring (=minskning av packningsgraden) genom frostverkan o d. De båda mellanleden bör ha förändrats minst. Något försök att mäta upp förändringarna har inte gjorts. En fullständig utjämning kan dock inte ha skett, endast en minskning av spännvidden. Det är emellertid klart, att packningsgraden vid tiden för sådden är sämre som karakteristik av tillståndet i matjorden under hela vegetationsperioden för en vall än för en ettårig gröda.

I försök med vårstråsäd har det visat sig att fuktigheten under vegetationsperioden inverkar starkt på packningsgradsoptimets läge. Det är troligt att samma sak gäller för vall. Vallen ligger dock under betydligt längre tid och väderleksvariationerna blir därigenom större. Det förefaller dock rimligt att anta, att det är väderleken under den intensivaste tillväxtperioden under våren och sommaren som blir mest utslagsgivande, alltså samma period som blir bestämmande i vårsåden.

De större väderleksvariationerna tillsammans med de successiva förändringarna av strukturtillståndet i jorden gör, att jordpackningsproblematiken förefaller mera komplex för vall än för ettåriga grödor. Vid insädd i en skyddssädesgröda kompliceras problemen ytterligare av att inte endast vallväxternas egen reaktion blir av betydelse utan också skyddssädens. Där skyddssäden utvecklas bäst konkurrerar den hårdast med vallväxterna och tvärtom.

De försöksresultat, som redovisats i denna rapport, ger ingen anledning att förmoda, att vallväxterna skiljer sig nämnvärt från vårstråsåden vad gäller reaktionen på packningstillståndet i marken. Man tycks därför inte ha anledning eftersträva något annat packningstillstånd i marken vid insådd av vall än vid sådd av enbart stråsåd. Vid insådd gör man dock vanligen flera körningar än vid sådd av enbart stråsåd. Detta gör att endast obetydliga delar av fälten blir opackade, medan relativt stora delar blir packade av traktorhjul mer än optimalt. Det blir därför speciellt viktigt, att man söker undvika onödig packning. Man bör utnyttja traktorn så väl som möjligt, kombinera olika arbetsmoment när så kan ske, hålla lägsta möjliga ringtryck i traktorhjulen o s v. Utnyttjar man de möjligheter som finns, så bör inte skördebortfallen genom alltför stark packning vid insådden bli relativt sett större i vallen än i andra grödor. Körningen vid insådden får dock speciell betydelse, genom att den inverkar på såväl skyddssådens som vallens avkastning. Efterhand som vallen blir äldre blir det dock allt mindre betydelsefullt vilken packningsgrad jorden fick vid sådden. Successivt kommer strukturtillståndet i jorden alltmer att närma sig ett jämviktstillstånd, som bestäms dels av de naturliga strukturpåverkande processerna dels av den körning med tunga maskiner, som sker vid varje skördetillfälle fr o m skyddssådesskörden.

Körningen vid skördetillfällena är numera intensiv och även dennas betydelse har studerats i försök. Resultaten av en mindre serie av orienterande försök har redan publicerats (Håkansson, 1973). En större försöksserie pågår för närvarande. Av resultaten att döma är körningen vid vallskörden av mycket stor betydelse för vallens fortsatta avkastning och antagligen är de direkta körskadorna på växterna därvid av minst lika stor betydelse som jordpackningen. Efter de inledande erfarenheterna syntes det vara mycket angeläget att arbeta vidare med frågan om hur stora dessa avkastningssänkningar är och hur de skall kunna begränsas. Det bedömdes som fruktbarare att fortsätta med försök av detta slag än att lägga ner resurser på ytterligare försök av den ganska svårbemästrade typ, som redovisats i föreliggande rapport.

SAMMANFATTNING

År 1970 startades en mindre försöksserie för studium av några olika vallväxters känslighet för packningsgraden i matjorden. Försöken anlades på plöjda fält och såddes in på sommaren utan skyddssäd. De omfattade fyra växtslag (rödklöver, timotej, ängssvingel och blandvall) och fyra packningsbehandlingar vid försöksanläggningen (ingen, lätt, normal och stark packning). Strax efter anläggningen gjordes en uppmätning av vilka packningsgrader (jfr sid 7) som erhållits i matjorden på de olika packningsleden.

Endast fem försök anlades i serien. På tre av dessa misslyckades vallanläggningen helt p g a torka. Även i de två återstående blev valletableringen delvis mindre god men dessa försök bibehölls och skördades t o m andraårsvallen. Försöksmaterialet kom sålunda att bli mycket litet och resultaten blev osäkra. Ändå lades inte fler försök ut, då erfarenheterna visade, att försökstypen var mycket vanskelig.

Båda de fullföljda försöken låg på molättilera, ett i Örebro län och ett i Uppsala län. På bägge platserna blev försöksperioden torrare än normalt. I båda försöken tycks den optimala packningsgraden ligga i närheten av 90 (jfr fig 1, sid 9). Detta överensstämmer bra med resultaten från försök med vårstråsåd under motsvarande väderleksförhållanden. Stråsåd och vallväxter tycks sålunda ha likartade krav på packningstillståndet i

matjorden. Om stora skillnader förelegat, så borde försöksresultaten ha blivit annorlunda.

Några skillnader i packningsgradsoptimets läge mellan de i försöken ingående växtslagen har inte kunnat konstateras. Mindre men fortfarande betydelsefulla skillnader kan dock föreligga utan att det kommit till synes i de två fullföljda försöken.

Vid sådd av vårsäd på höstplöjda fält är det enligt utförda försök i regel en fördel med en lätt packning av matjorden men en nackdel med en stark packning. De här redovisade försöken ger ingen anledning tro, att det skulle vara annorlunda, när man gör vallinsådd. För en vall synes dock packningsproblematiken bli mera komplex än för en stråsädesgröda. Väderleken påverkar ju grödans reaktion på packningstillståndet och vallen, som kvarligger under flera år, blir utsatt för mera växlande väderleksförhållanden. Dessutom kommer markstrukturen successivt att förändras, dels p g a olika naturliga strukturomformande processer dels p g a de tunga körningar, som numera förekommer vid varje skördetillfälle.

SUMMARY

Extensive research work on soil compaction problems has been conducted in Sweden for more than 10 years (Eriksson, Håkansson & Danfors 1974). Within this program a small series of compaction experiments with forage crops was started in 1970. The experiments were laid out on ploughed fields and the crops were sown in the summer (late June to late July) without a cover crop. The experiments included four crops (red clover, timothy, meadow fescue and a mixture of these) and four compaction treatments (no compaction, light, normal and intensive comp.) in a split-plot design. The compaction treatments were carried out in connection with the seedbed preparation by driving over the plots with different intensities with tractors of different weights and with different inflation pressures in the tires. Soon afterwards the "degree of compactness", D , produced in the plough layer by the different treatments was determined. ($D = 100 \cdot \gamma_t / \gamma_{t,P}$, where γ_t is the actual bulk density and $\gamma_{t,P}$ is the bulk density of the soil in a compacted standard state; cf. Håkansson 1973.)

In 1970-1972 five experiments were started in the series. In three of them the establishment of the crop was too poor because of intensive drought after sowing. Only two of the experiments could be followed up and each of them was harvested in two years. Thus, the results are very limited and uncertain. Nevertheless, no new experiments of this kind were started since so many problems had occurred.

The two experiments followed up were carried out on loam soils in Central Sweden. In both cases the experimental period was drier than normal. In Fig. 1, p. 9, the total yield of dry matter during the experimental period is shown as a function of the "degree of compactness", D , in the plough layer. The yield is given as a percentage of the yield in the highest yielding treatment.

In both experiments the best yield was obtained at a rather high degree of compactness (about 90). This is very similar to the results from experiments with spring-sown small grain cereal crops under corresponding weather conditions (cf. Eriksson, Håkansson & Danfors 1974). Thus, the results show that there are probably not very big differences between the small grain cereals and the forage crops included in the

experiments as regards the reaction to the state of compactness in the plough layer.

No differences between the investigated forage crops as regards the optimum degree of compactness have been established. However, the results are uncertain and do not exclude the occurrence of even rather large real differences.

In experiments with small grain cereals the optimum degree of compactness has proved to be higher when the vegetation period is dry than when it is wet. Thus, in a region with dry climate the plough layer ought to be comparatively dense, in a region with wet climate it should be comparatively loose. Probably the same applies to the forage crops. There is nothing in the experimental results that contradicts this assumption.

LITTERATUR

- Andersson, S. & Håkansson, I., Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XIV. Om ett par nya metoder att bestämma markytans mikrotopografi, dess höjdförändringar och matjordens porositet. GRUNDFÖRBÄTTRING 16 (1963), s 1-26.
- Eriksson, J., Håkansson, I. & Danfors, B., Jordpackning - markstruktur - gröda. JORDBRUKSTEKNISKA INSTITUTET. MEDDELANDE Nr 354. Uppsala 1974.
- Håkansson, I., The sensitivity of different crops to soil compaction. SIXTH INT. CONFERENCE ON SOIL TILLAGE, Wageningen, The Netherlands, 1973, p. 14-1 - 14-4.
- Håkansson, I., Tung körning vid skörd av slåttervall. Tre försök på Röbbäcksdalen 1969-1972. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGS- AVDELNINGEN. Nr 33. 1973