



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

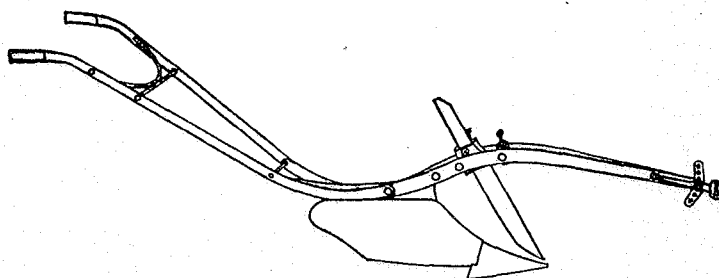
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 58

1979

Inge Håkansson, József von Polgár

MODELLFÖRSÖK MED SÅBÄDDENS FUNKTION.
III. FÖRSÖK MED SYREBRIST I SÅBÄDDEN.

*MODEL EXPERIMENTS INTO THE FUNCTION
OF THE SEEDBED.*

*III. EXPERIMENTS WITH OXYGEN DEFICIENCY
IN THE SEEDBED.*

ISBN 91-576-0375-8

UDK:nr 631.51
631.433

Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 UPPSALA
Institutionen för markvetenskap
Rapporter från jordbearbetningsavdelningen
Nr 58 1979

ISBN 91-576-0375-8

Inge Håkansson,
József von Polgár:

MODELLFÖRSÖK MED SÅBÄDDENS FUNKTION.
III. FÖRSÖK MED SYREBRIST I SÅBÄDDEN.

*Model experiments into the function of the seedbed.
III. Experiments with oxygen deficiency in the seedbed.*

| <u>Innehållsförteckning:</u> | sid |
|------------------------------|-----|
| Inledning | 2 |
| Metodik | 3 |
| Enskilda försök | 4 |
| Gemensamma kommentarer | 13 |
| Sammanfattning | 14 |
| Summary | 14 |
| Litteratur | 17 |

Delrapport över försöksprojekt R2-P20,
modellförsök med såbäddens funktion.
Projektledare: József von Polgár.

INLEDNING

Vid försöksavdelningen för jordbearbetning utfördes under åren 1968-1974 en serie modellförsök med såbäddens funktion. I sammanlagt femtio försök studerades hur groning och uppkomst för olika växtslag och vid olika utsädeskvaliteter beror av såbäddens egenskaper och av de yttre betingelserna.

Föreliggande rapport är den tredje i en serie rapporter över de erhållna resultaten. I de två tidigare (Håkansson & von Polgär 1976, 1977) redovisades sammanlagt elva försök med följande huvudfrågeställning: Hur skall såbädden vara utformad för att god uppkomst skall erhållas under torra väderleksbetingelser? Den första rapporten upptog dessutom en inledning till rapportserien som helhet. I denna diskuterades försöksprojektets inriktning och omfattning mot bakgrund av de viktigaste såbäddsproblemen i Sverige, varvid de utförda försöken indelades i sex grupper med olika huvudfrågeställningar. Vidare diskuterades de faktorer, som är av betydelse för utsädetts groning och plantornas uppkomst. Dessutom beskrevs försöksmetodiken. Läsare av föreliggande rapport hänvisas till den första rapporten vad gäller allmän inledning och metodikbeskrivning.

Huvudfrågeställning nr 2 enligt indelningen i inledningsrapporten var följande: På vilket sätt hämmas grödans uppkomst av igenslammning av ytlagret och skorpbildning? Vad kan man göra för att förbättra uppkomsten? Nyligen har en sammanfattande redogörelse för dessa försök gjorts (Håkansson & von Polgär 1979).

Försöken med huvudfrågeställning nr 2 skall nu slutredovisas i två rapporter. I föreliggande rapport redovisas tre av försöken. Dessa var avsedda att ge svar på följande delfråga: I vilken utsträckning och under vilka förutsättningar kan slammning av ytlagret och hög vattenmättnad av såbädden orsaka sådan syrebrist att groningen och uppkomsten hämmas.

Bakgrunden till försöken är följande. Om ett tillräckligt kraftigt regn inträffar efter sådden, så slammnar ytskiktet igen och homogeniseras, så att alla eller flertalet större porer försvinner och endast ett enhetligt, fint porssystem återstår. Så länge det slammade ytskiktet är fuktigt förblir alla porerna vattenfyllda och gasutbytet mellan marken och atmosfären hämmas. Varar detta tillstånd länge, är det risk att syret i marken tar slut och fröna eller groddplantorna skadas eller dör. När vädret åter blir torrt, torkar det slammade lagret genom avdunstning, hårdnar succesivt, krymper och spricker. (Vid djupt grundvattenstånd kan redan den kapillära belastningen på vattnet orsaka en sprickbildning i det slammade ytskiktet). Så snart ytskiktet börjar hårdna - en skorpa börjar bildas - utgör det ett betydande mekaniskt hinder för groddplantorna. Frågan i försöken kan nu formuleras på följande sätt. Om slammning - skorpbildning orsakar dålig uppkomst, är då under normala fältförhållanden det mekaniska motståndet sedan ytskiktet blivit alltför hårt den enda orsaken till den dåliga uppkomsten eller är syrebrist en väsentligt bidragande orsak?

A priori kunde man ställa upp ett antal förutsättningar för att syrebrist skulle kunna bli besvärande. Man kunde anta, att viss slammning av ytlagret var nödvändig. Det slammade ytlagret skulle därefter ha en kontinuerligt hög vattenmättnad under tillräckligt lång tid, så

att det syre, som från början fanns i jorden hann förbrukas. Ju högre syreförbrukningen i jorden var, desto snabbare borde syret ta slut och syrebrist uppstå.

Om man bortser från en situation, då grundvattenytan stiger upp till utsädet's nivå, så är det i första hand i följande situation, som syrebrist som hämmar groningen och uppkomsten kan tänkas uppstå. Ett regn strax efter sådden åstadkommer slamning av ytskiktet. Därefter är vädret kontinuerligt fuktigt under lång tid, så att markytan aldrig torkar upp. Nederbörds mängden är dock inte onödigt stor, så att stor mängd syrerikt vatten infiltrerar. Grundvattenytan står högt, så att inga porer i ytskiktet töms på vatten genom dränering och luftfylls och så att ytskiktet inte krymper och spricker genom den kapillära belastningen. Jorden innehåller lätt nedbrytbar organisk substans, så att den biologiska aktiviteten är hög. Sådjupet är stort, ty syrebristen kan antas öka med djupet. De tre rapporterade försöken utfördes med mer eller mindre extrema situationer enligt ovan.

METODIK

En omfattande, allmän metodikbeskrivning gjordes i den ovan nämnda inledningsrapporten (Håkansson & von Polgár 1976). Här görs därför endast en kompletterande beskrivning av de speciella åtgärderna i de nu aktuella försöken.

Försöken utfördes i 225 mm djupa plastlådor. Några små hål hade borrats längst ner i kärlets sidor intill botten. Anläggningen av försöken inklusive sådden gjordes på normalt sätt bortsett från att ett lager grus las i lådornas botten. Omedelbart efter sådden ställdes kärlet på sin slutliga uppställningsplats och vattnades igenom, tills en grundvattenyta bildades i kärlets botten och vatten började rinna ut genom hålen. I det första försöket gjordes denna vattning försiktigt, med låg intensitet och mycket små droppar, så att slamningen av ytan skulle bli så liten som möjligt. I de två senare försöken gjordes vattningen häftigare, så att en relativt kraftig slamning skulle erhållas.

Minsta möjliga avdunstning eftersträvades under försöksperioden. Därför utfördes dessa försök under hösten. Det första utfördes i en vindskyddad, takförsedd kärlförsöksgård. Vädret var tursamt nog nästan konstant dimmigt och fuktigt under hela försöksperioden. De två senare försöken utfördes i växthus. Ventilationen stryptes och växthusets golv vattnades så att luftfuktigheten skulle hålla sig hög. Avdunstningsmätare var uppställda på försöksplatserna under försökens gång.

En del av försökskärlet (se resp försöksplaner) vattnades vid upprepade tillfällen under försöksperioden som kompensering för avdunstningen. Vattningen gjordes med c:a 2 mm per vattning med några dagars mellanrum, så snart avdunstningen i avdunstningsmätaren närmade sig detta värde. Mycket små vattenmängder behövde totalt tillföras för att hålla ytlagret liksom jorden i övrigt kontinuerligt fuktig (vattenhaltsjämvikt med grundvattenytan i kärlets botten).

I de två senare försöken tillsattes färsk organisk substans i ytlagret för att öka syreförbrukningen i jorden. Därvid användes korngröpe, som någon dag före försöksanläggningen inblandades likformigt i den jord, som skulle användas som ytlager.

De två senare försöken var identiska, bortsett från att temperaturen i växthuset var olika. Den inställda temperaturen var + 17°C resp + 7°C. Avvikelserna låg i regel inom ± 2°C. Temperaturregleringen var dock något ofullständig och tillfälligt kunde betydligt större avvikelser förekomma.

ENSKILDA FÖRSÖK

Försök M7/69

Försöksplan *Trial design:*

| | |
|---|---|
| 2 vattningsbehandlingar under försöksperioden | } Ej vattnat resp vattnat motsvarande avdunstningen |
| 2 <i>watering treatments during the experimental period</i> | |

Obs! Alla kärl vattnades igenom omedelbart efter sådden men med låg bevattningsintensitet.

All boxes were watered immediately after sowing (low intensity).

| | |
|---|------------------------------|
| 2 jordarter | } Styv lera och mjällättlera |
| 2 <i>types of soil</i> | |
| 3 aggregatstorlekar i såbädden | } <4, 4-8, 8-16 mm |
| 3 <i>aggregate sizes in the seedbed</i> | |
| 3 sådjup | } 2, 4.5, 7 cm |
| 3 <i>sowing depths</i> | |

2x2x3x3 = 36 försöksled i 2 block. Totalt 72 kärl.

2x2x3x3 = 36 *treatments in duplicate. 72 pots in all.*

Övrigt *Other information:*

Försöksjord från Ultuna (Bäcklösa)

| | |
|------------------------|-------------------|
| Analysvärden: 48 % ler | (<0.002 mm) |
| 20 % mjäla | (0.002-0.02 mm) |
| 26 % mo | (0.02-0.2 mm) |
| 2 % sand | (0.2-2 mm) |
| 3 % mull | <i>Org matter</i> |

Försöksjord från Dalarna (Borns gård)

| | |
|------------------------|-------------------|
| Analysvärden: 20 % ler | (<0.002 mm) |
| 50 % mjäla | (0.002-0.02 mm) |
| 22 % mo | (0.02-0.2 mm) |
| 3 % sand | (0.2-2 mm) |
| 3 % mull | <i>Org matter</i> |

Gröda: Korn (Ingrid), fraktion 2.75-3.00 mm, grobarhet 98 %.

Sådd: 1969-09-26, antal sådda kärnor 104 st per kärl.

Första uppkomst: 1969-10-05.

Sista avräkning: 1969-10-17.

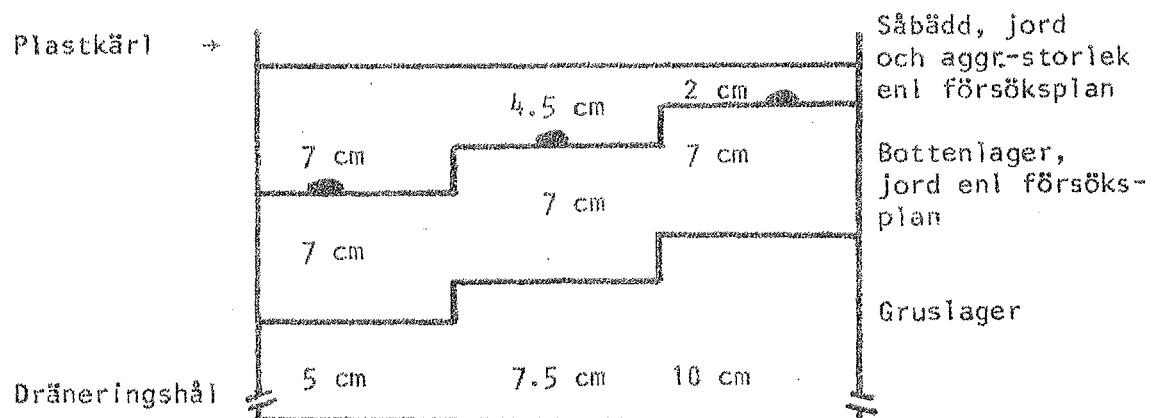
Uppmätt avdunstning; mm: 1969-09-26 start

| | |
|--------|-----|
| -29 | 1.1 |
| -30 | 0.4 |
| -10-01 | 0.5 |
| -02 | 0.3 |
| -03 | 0.1 |
| -05 | 1.3 |
| -06 | 0.5 |
| -07 | 0.4 |
| -08 | 0.2 |
| -09 | 0.2 |
| -10 | 0.4 |
| -13 | 1.6 |
| -15 | 0.6 |
| -17 | 0.7 |

Summa 8.3

Medelavdunstning 0.4 mm per dygn

Skiss över arrangemanget:



Tabell 1. Procent uppkomna plantor vid slutavräkningen.
Per cent emergence at the final counting.

| Aggregat- storlek <i>Aggregate size</i> | Sådjup <i>Sowing depths</i> | Ej vattnat <i>No watering</i> | | Vattnat <i>Watering</i> | | Medeltal <i>Average</i> | | Styv lera <i>Clay soil</i> | Mjäll- lera <i>Silt Loam soil</i> | Totalt <i>Totally</i> |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--|----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|
| | | Styv lera <i>Clay soil</i> | Mjäll- lera <i>Silt Loam soil</i> | Styv lera <i>Clay soil</i> | Mjäll- lera <i>Silt Loam soil</i> | Ej vattnat <i>No water- ing</i> | Vattnat <i>Watering</i> | | | |
| | | | | | | | | | | |
| < 4 | 2 | 98.1 | 89.4 | 98.1 | 86.1 | 93.8 | 92.1 | 98.1 | 87.8 | 93.0 |
| | 4.5 | 95.2 | 95.7 | 96.2 | 70.2 | 95.5 | 83.2 | 95.7 | 83.0 | 89.4 |
| | 7 | 91.8 | 92.3 | 93.3 | 86.5 | 92.1 | 89.9 | 92.6 | 89.4 | 91.0 |
| 4-8 | 2 | 92.8 | 93.8 | 98.6 | 95.7 | 93.3 | 97.2 | 95.7 | 94.8 | 95.3 |
| | 4.5 | 97.1 | 93.3 | 97.1 | 95.2 | 95.2 | 96.2 | 97.1 | 94.3 | 95.7 |
| | 7 | 88.0 | 87.5 | 91.8 | 87.5 | 87.8 | 89.7 | 89.9 | 87.5 | 88.7 |
| 8-16 | 2 | 98.1 | 93.3 | 94.7 | 91.8 | 95.7 | 93.3 | 96.4 | 92.6 | 94.5 |
| | 4.5 | 92.8 | 90.9 | 94.7 | 90.4 | 91.9 | 92.6 | 93.8 | 90.7 | 92.3 |
| | 7 | 70.7 | 84.1 | 87.5 | 83.7 | 77.4 | 85.6 | 79.1 | 83.9 | 81.5 |
| Medeltal <i>Average</i> | | | | | | | | | | |
| < 4 | | 95.0 | 92.5 | 95.9 | 80.9 | 93.8 | 88.4 | 95.5 | 86.7 | 91.1 |
| 4-8 | | 92.6 | 91.5 | 95.8 | 92.8 | 92.1 | 94.3 | 94.2 | 92.2 | 93.2 |
| 8-16 | | 87.2 | 89.4 | 92.3 | 88.6 | 88.3 | 90.5 | 89.8 | 89.0 | 89.4 |
| | 2 | 96.3 | 92.2 | 97.1 | 91.2 | 94.3 | 94.2 | 96.7 | 91.7 | 94.2 |
| | 4.5 | 95.0 | 93.3 | 96.0 | 85.3 | 94.2 | 90.7 | 95.5 | 89.3 | 92.4 |
| | 7 | 83.5 | 88.0 | 90.9 | 85.9 | 85.8 | 88.4 | 87.2 | 87.0 | 87.1 |
| Totalt <i>Totally</i> | | 91.6 | 91.2 | 94.7 | 87.5 | 91.4 | 91.1 | 93.2 | 89.4 | 91.3 |

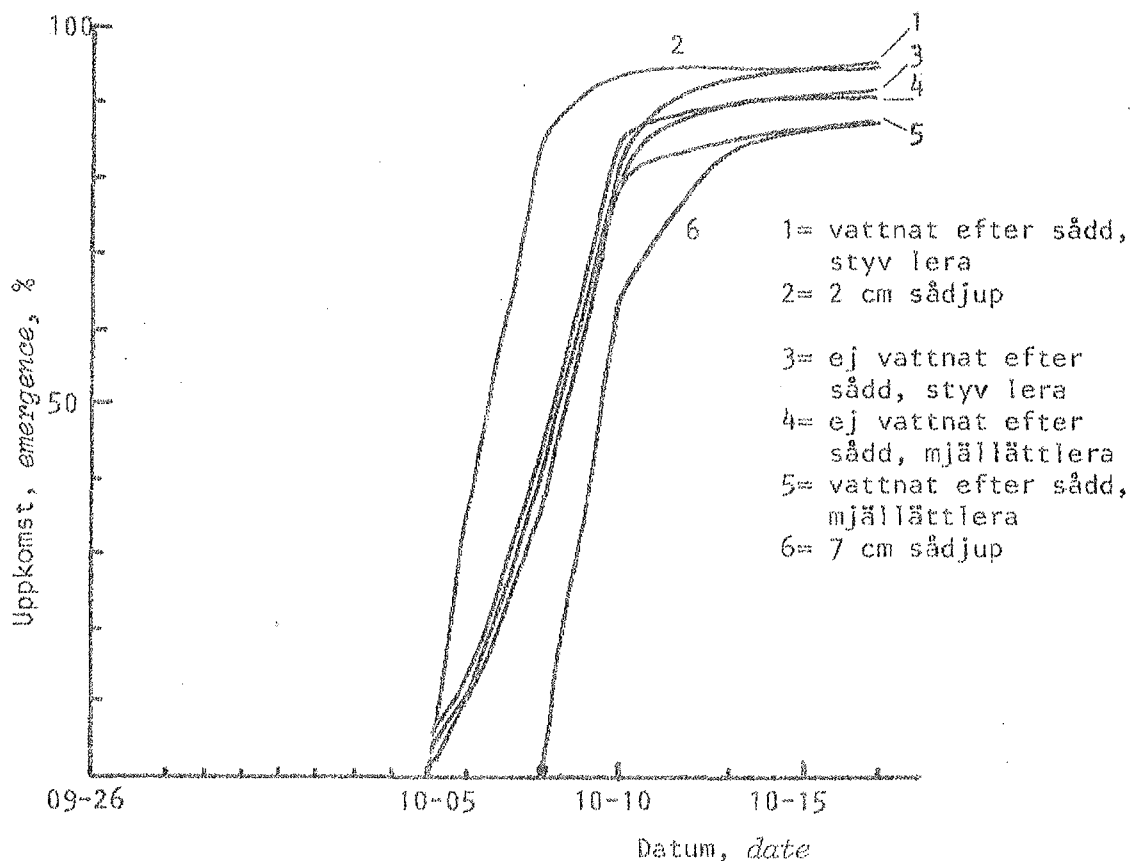


Fig 1. Uppkomst - tidsdiagram. *Emergence - time diagram.*

Kommentarer

1. Det eftersträvades att i försöket få så pressade syreförhållanden som möjligt utan att grundvattenytan steg upp till utsädesnivå och utan att slamningen av ytlagret blev kraftigare än vad som var oundgängligen nödvändigt. Uppkomsten blev trots detta genomgående mycket god. Således kan någon mera besvärande syrebrist inte ha förekommit. De använda jordarna innehöll dock inget färskt organiskt material, varför syreförbrukningen antagligen var ganska liten.
2. Den styva leran hade en mycket stabil struktur och slamningen av ytlagret blev ringa. I denna jord gav den upprepade vattningen en förbättring av uppkomsten. Detta visar, att det ej kan ha förekommit någon som helst besvärande syrebrist.

I mjällättleran var det oundvikligt att ytlagret slammade i ganska hög grad. Vid den minsta aggregatstorleken gav den upprepade vattningen en statistiskt signifikant försämring av uppkomsten, antagligen orsakad av en lätt syrebrist.

3. Den upprepade vattningen gav i genomsnitt förbättrad uppkomst i den styva leran, oförändrad eller försämrad i mjällättleran. Vid upprepade vattning var det statistiskt signifikant skillnad i uppkomst mellan jordarna. Samspelet jordart x vattning är också signifikant. Likaså kan trefaktorssamspelet jordart x vattning x aggregatstorlek betraktas som statistiskt signifikant.
4. Den minsta aggregatfraktionen gav bäst uppkomst i den styva leran liksom i mjällättleran vid "ej vattnat". I mjällättleran vid upprepade vattning var det däremot ett maximum i uppkomst i mellanfraktionen. I den minsta fraktionen åstadkom antagligen slamningen och den upprepade vattningen en viss syrebrist.
5. Ökat sådjup gav på båda jordarna i genomsnitt klart försämrade uppkomst. Uppkomsten var dock god ännu vid 7 cm sådjup. Försämringen av uppkomsten med djupet beror knappast på ökad syrebrist utan torde ha andra orsaker.

Försök M6/74

Försöksplan *Trial design:*

| | | |
|--|---|--|
| 3 olika mängder tillsatt organiskt material 3 different amounts of organic material added | } | 0, 0.25, 2.0 % |
| 2 sådjup 2 sowing depths | | |
| 3 grödor 3 crops | } | rybs, vårvete, ärter turnip rape, s-wheat, peas |

3x2x3 = 18 försöksled i 2 block. Totalt 36 kärl.

3x2x3 = 18 treatments in duplicate. 36 pots in all.

Kärlen vattnades igenom med hög bevattningsintensitet omedelbart efter sådden. Upprepad vattning gjordes under försöksperioden. Dessutom anlades tre extra kärl med vårvete utan den upprepade vattningen. *The pots were watered with high intensity immediately after sowing. Repeated watering during the experimental period. In addition three extra pots with wheat, watered only immediately after sowing.*

Övrigt Other information:

Försöksjord från Röbbäcksdalen

Analysvärden: 12 % ler (<0.002 mm)
26 % mjäla (0.002-0.02 mm)
49 % mo (0.02-0.2 mm)
7 % sand (0.2-2 mm)
4.5 % mull *Org matter*

Jorden hade ett svagt innehåll av oomsatt vallstubb. *The soil had a small content of undecomposed grass sod.*

Temperaturen i växthuset där kärlen var uppställda: + 17°C.

Sådd: 1974-09-24, antal sådda kärnor (frön) 104 st per kärl.

Första uppkomst: 1974-09-29.

Sista avräkning: 1974-10-14.

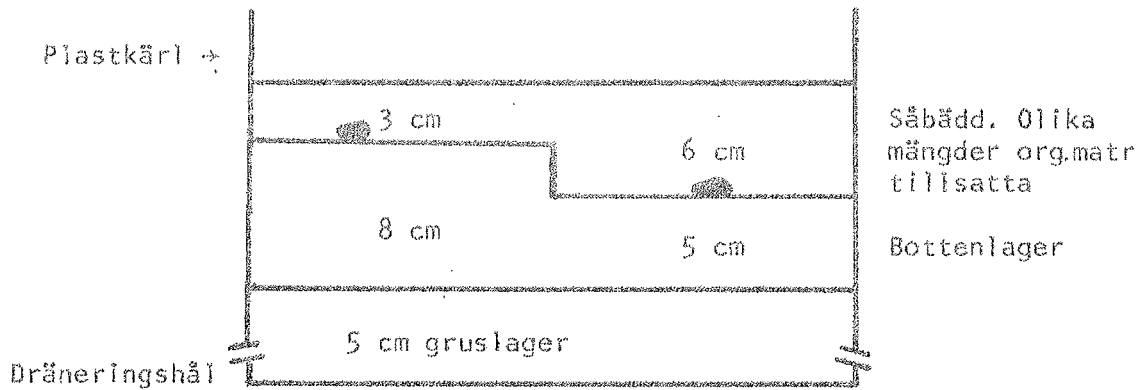
Uppmätt avdunstning, mm: 1974-09-24 start

| | |
|--------|------|
| -25 | 0.40 |
| -26 | 0.50 |
| -27 | 0.35 |
| -28 | 1.02 |
| -29 | 0.27 |
| -30 | 0.19 |
| -10-01 | 0.32 |
| -02 | 0.75 |
| -03 | 0.25 |
| -04 | 0.30 |
| -05 | 0.30 |
| -06 | 0.37 |
| -07 | 0.28 |
| -08 | 0.30 |
| -09 | 0.20 |
| -10 | 0.40 |
| -11 | 0.45 |
| -14 | 0.95 |

Summa 7.60

Medelavdunstning 0.38 mm per dygn

Skiss över arrangemanget:



Tabell 2. Procent uppkomna plantor vid slutavräkningen.
Per cent emergence at the final counting.

| Tillsatt org material Org matter % | Sådjup Sowing depth cm | Gröda Crop | | | Medeltal Average | Vårvete, vatt- nat endast vid anläggningen Wheat, no re- peated watering |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--|
| | | Rybs Turnip rape | Vårvete S-wheat | Ärter Peas | | |
| 0 | 3 | 6.2 | 37.0 | 13.0 | 18.7 | |
| | 6 | 0 | 31.7 | 8.2 | 13.3 | 83.6 |
| 0.25 | 3 | 0 | 2.4 | 1.4 | 1.3 | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73.1 |
| 2.0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64.4 |
| Medeltal Average | | | | | | |
| 0 | | 3.1 | 34.4 | 10.6 | 16.0 | 83.6 |
| 0.25 | | 0 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 73.1 |
| 2.0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 64.4 |
| | 3 | 2.1 | 13.1 | 4.8 | 6.7 | |
| | 6 | 0 | 10.6 | 2.7 | 4.4 | 73.7 |
| Totalt Totally | | 1.0 | 11.9 | 3.8 | 5.6 | 73.7 |

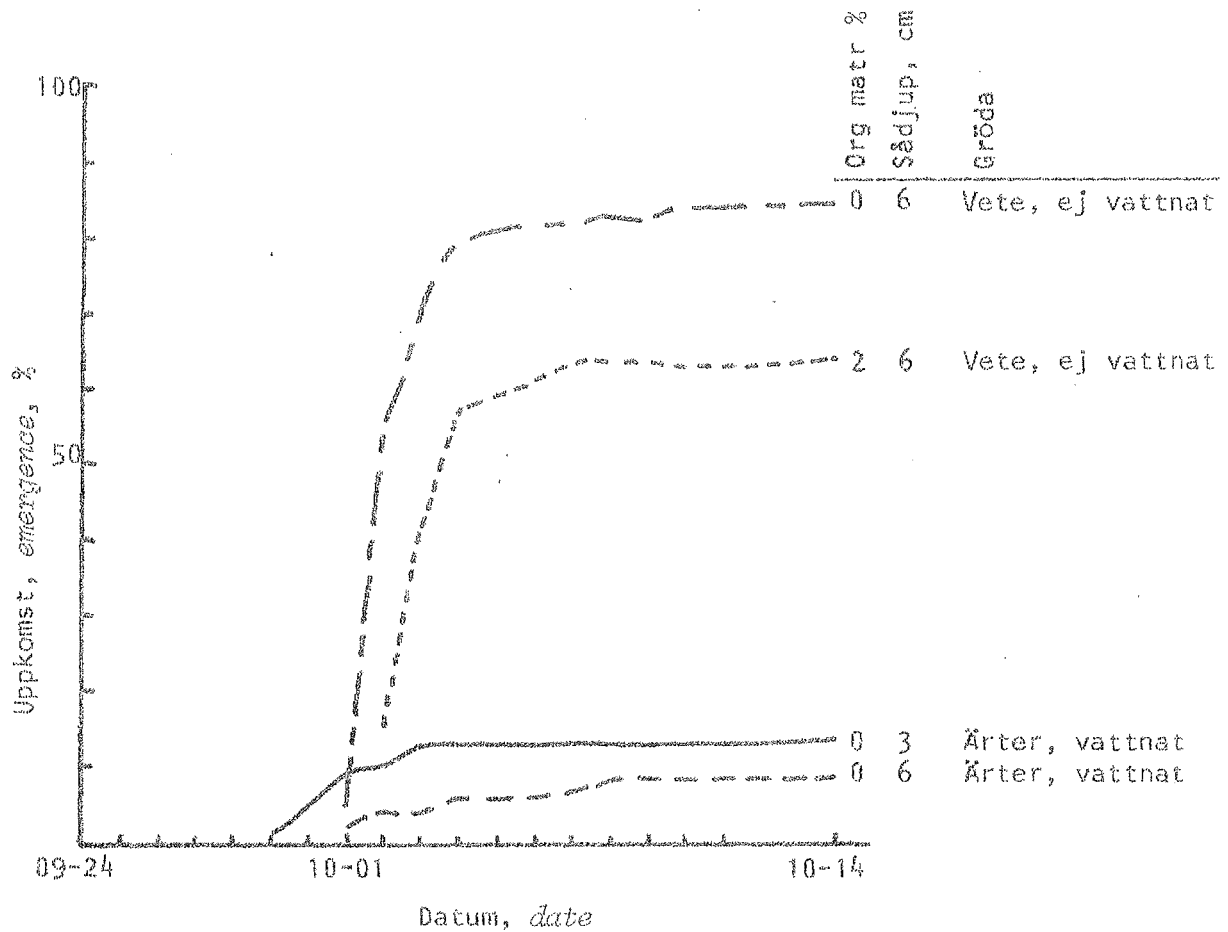


Fig 2. Uppkomst - tidsdiagram. *Emergence - time diagram.*

Försök M7/74

Försöksplan *Trial design:*

Som i M6/74 men med sex kärl med vårvete, vilka endast vattnats vid anläggningen.

The same as in M6/74 but with six pots with wheat, watered only immediately after sowing.

Övrigt *Other information:*

Försöksjord som i M6/74

Temperaturen i växthusen där kärlen var uppställda: + 7°C.

Sådd: 1974-10-24.

Första uppkomst: 1974-11-07.

Sista avräkning: 1974-12-16.

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Uppmätt avdunstning, mm: 1974-10-24 | start |
| -25 | 0.05 |
| -27 | 0.20 |
| -28 | 0.35 |
| -29 | 0.10 |
| -30 | 0.05 |
| -31 | 0.10 |
| -11-02 | 0.30 |
| -10 | 1.35 |
| -20 | 0.85 |
| -25 | 0.75 |
| -12-02 | 1.10 |
| -10 | 2.10 |
| -16 | 2.15 |

Summa 9.45

Medelavdunstning 0.18 mm per dygn

Tabell 3. Procent uppkomna plantor vid slutavräkningen.
Per cent emergence at the final counting.

| Tillsatt org material <i>Org matter %</i> | Sådjup <i>Sowing depth cm</i> | Gröda Crop | | | Medeltal <i>Average</i> | Vårvete, vatt- nat endast vid anläggningen <i>Wheat, no re- peated watering</i> |
|--|----------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|--|
| | | Rybs <i>Turnip rape</i> | Vårvete <i>S-wheat</i> | Ärter <i>Peas</i> | | |
| 0 | 3 | 56.2 | 48.6 | 21.2 | 42.0 | 64.4 |
| | 6 | 10.6 | 21.2 | 23.1 | 18.3 | 57.7 |
| 0.25 | 3 | 0 | 0.5 | 0 | 0.2 | 1.9 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.9 |
| 2.0 | 3 | 0.5 | 0 | 0 | 0.2 | 2.9 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.9 |
| Medeltal <i>Average</i> | | | | | | |
| 0 | | 33.4 | 34.9 | 22.2 | 30.2 | 61.0 |
| 0.25 | | 0 | 0.3 | 0 | 0.1 | 1.9 |
| 2.0 | | 0.3 | 0 | 0 | 0.1 | 2.9 |
| | 3 | 18.9 | 16.4 | 7.1 | 14.1 | 23.1 |
| | 6 | 3.5 | 7.1 | 7.7 | 6.1 | 20.8 |
| Totalt <i>Totally</i> | | 11.2 | 11.8 | 7.4 | 10.1 | 22.0 |

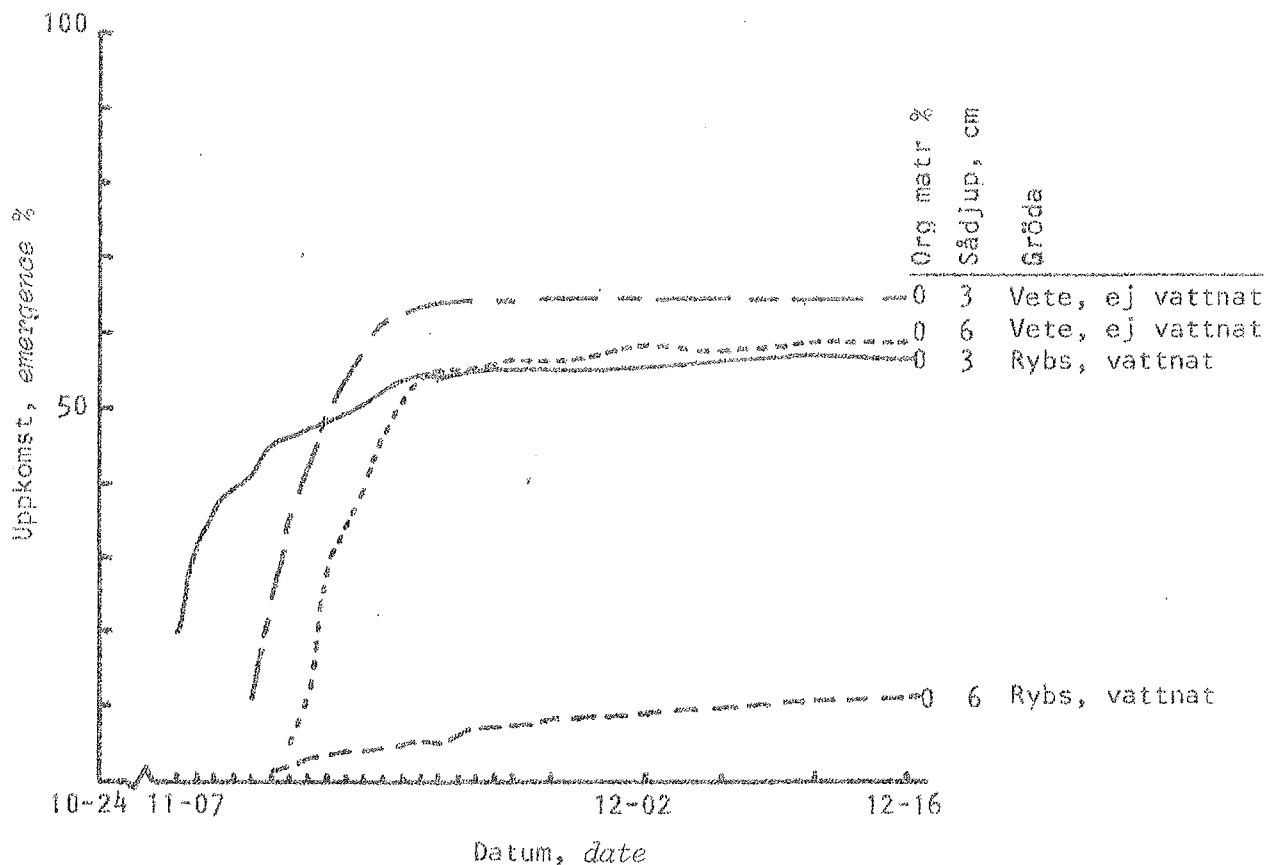


Fig 3. Uppkomst - tidsdiagram. Emergence - time diagram.

Kommentarer till försöken M6/74 och M7/74.

1. Jämfört med försök M7/69 var slamningen av ytlagret i dessa försök betydligt kraftigare, beroende på att vattningen gjordes med hög intensitet och att en mycket slamningsbenägen jord användes. Jorden innehöll en del stubb- och rotrester från en nyligen upplöjd vall, varför syreförbrukningen bör ha varit något högre än i jordarna i försök M7/69. Grundvattenytan stod något närmare markytan, beroende på att jorddjupet var mindre. Allt detta har medverkat till att det redan i försöksleden utan tillsats av färskt organiskt material blev en viss syrebrist och en nedsättning av uppkomsten.
2. Bortser man från de extra kärlen utan upprepad vattning, var uppkomstprocenten, när färskt organiskt material tillsatts, noll eller mycket låg. Jorden visade starka tecken på anaeroba förhållanden (lukt, färgförändringar). Finns det färsk organisk substans i jorden, blir syrekonsumtionen alltså så hög, att syrebrist snabbt uppstår, om ytlagret slämmas och jorden hålls våt. Redan 0.25 procent organiskt material var tillräckligt för att framkalla akut syrebrist.
3. Sädjupet hade stor betydelse och uppkomstprocenten var i regel, relativt sett, avsevärt lägre vid det större sädjupet än vid det mindre. Som väntat skärptes alltså syrebristen med djupet.
4. Vårvetet visade i båda försöken i genomsnitt något bättre uppkomst än de övriga grödorna, vilket antyder en något bättre tolerans

mot syrebrist. Grödornas reaktion tycks dock i viss mån bero på temperaturen och den därav beroende gröningshastigheten. I dessa försök var emellertid variationen mellan parallellkärlen större än i flertalet av de övriga modellförsöken. Detta gör, att skillnaderna mellan grödorna ej kan betraktas som statistiskt signifikanta, ej heller samspelet gröda x temperatur.

5. I kärleir utan upprepad vattning var uppkomsten ganska god i försök M6/74. I försök M7/74 var den god endast där ingen färskt organiskt material tillsatts, i övrigt dålig. Detta kan synas oväntat. Emellertid gick såväl grönningen som syreförbrukningen långsammare vid den lägre temperaturen än vid den högre och tydligen fördröjdes grönningen mest. Skillnader i avdunstningshastighet mellan de två försöken kan också ha spelat in.

GEMENSAMMA KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

1. Sammantagna visar de tre försöken, att en sådan syrebrist i såbädden, att grönningen och uppkomsten hämmas, endast uppkommer under ganska extrema förhållanden.
2. Om syreförbrukningen i jorden inte är onormalt hög, så erfordras en kraftig slamning av markens ytlager samt därefter en kontinuerligt hög vattennämnad av ytlagret för att besvärande syrebrist skall uppstå. I försöken hölls grundvattenytan högt och vattennämnaden av ytlagret upprätthölls utan tillsats av stora mängder syrerikt vatten. Även om detta inte direkt har visats i försöken, så måste man ändå anta, att även dessa senare förutsättningar måste vara för handen. Besvärande syrebrist visade sig lättare uppstå, om sådjupet är stort.
3. Syrebrist som hämmar grönningen och skadar utsädet kan givetvis uppstå, om grundvattenytan för någon längre tid stiger upp till eller över utsädet, även om de övriga ovannämnda förutsättningarna inte är för handen. Detta kan ske på svärgenomsläppliga jordar vid större regnmängder om matjordens djupare delar är starkt packade. Detta är emellertid ett helt annat problemområde än det i denna rapport aktuella.
4. Genom den inledande vattningen utbildades en grundvattenyta i botten av samtliga försökskärl. I leden utan upprepad vattning försvann denna eventuellt under försökens gång men i leden med upprepad vattning hölls den under hela försökstiden på oförändrad nivå. På fält motsvaras detta av ett konstant grundvattenstånd i matjordens djupare del, vilket är ovanligt, även om sådden följs av häftiga regn.

I samtliga tre försök var avdunstningen extremt låg. I leden med upprepad vattning kunde därför ytlagret hållas kontinuerligt vått med tillsats av mycket liten vattennämnad. Även denna situation är ovanlig i fält. Oftare följs ett regn som orsakar slamning aningen av fortsatta kraftiga regn eller av torrt väder.

5. När jorden innehåller färskt organiskt material är syreförbrukningen stor och syrebrist uppstår avsevärt lättare. Detta är med största sannolikhet en faktor, som har stor betydelse även i fält. Där får man dock inte en lika homogen inblandning av det organiska materialet som i försöken, varför en mer heterogen situation uppstår. I en större eller mindre zon omkring exempelvis färska halm-, stubb- eller rotrester kan lokal syrebrist uppstå, även om situationen i övrigt inte är särskilt extrem. Blir markstruktur- och fuktighetssituationen mera extrem och det finns mycket organiskt material inblandat kan en betydande del av såbädden antas bli berörd av sådana zoner. Det är dock ganska ovanligt att man har stor mängd färskt organiskt material i såbädden. Vid sådden har dessutom det organiska materialet i regel redan varit inblandat i jorden en tid och då har syreförbrukningen redan kulminerat.
6. Den situation i fält under vilken syrebrist i första hand kan uppstå är alltså följande. Jorden innehåller färskt organiskt material, grundvattenytan står högt och ett regn åstadkommer kraftig slammning av ytlagret, varefter kontinuerligt fuktigt väder följer. Detta är dock en ovanlig situation. Därav kan man dra slutsatsen, att ur uppkomstsynpunkt är slammings- och skorpbildningsproblemet till den helt övervägande delen en fråga om mekaniskt motstånd när skorpan torkar och hårdnar. Något ytterligare intresse ägnades därför inte åt syrebristproblemet i såbädden, utan intresset koncentrerades på skorpbildningen.

SAMMANFATTNING

Under åren 1968-1974 utfördes en serie om 50 modellförsök med såbäddens funktion, flertalet som kärnförsök i grunda plastlådor. Föreliggande rapport är den tredje i raden av rapporter över de erhållna resultaten. I en grupp om tre försök studerades följande fråga: I vilken utsträckning och under vilka förhållanden orsakar slammning av ytlagret och fortsatt hög vattenmättnad av såbädden en sådan syrebrist att utsädens groning och plantornas uppkomst därigenom hämmas.

De tre försöken visade, att under fältförhållanden kan syrebrist som hämmar uppkomsten uppstå, om ett häftigt regn orsakar en kraftig slammning av ytlagret och om kontinuerligt fuktigt väder följer, samtidigt som grundvattenytan står högt och det är hög biologisk aktivitet i jorden (jorden innehåller stor mängd färsk organisk substans). Denna situation är emellertid sällsynt, även på de jordar, som slammnar lättast. Från praktisk synpunkt måste man därför dra slutsatsen, att själva slammningen sällan ger några problem för groningen eller uppkomsten. Problemen uppstår först när det slammade lagret torkar upp och hårdnar, så att det utgör ett mekaniskt hinder för grodden.

SUMMARY

A series of 50 model experiments with the function of the seedbed was accomplished in 1968-1974. Most of the experiments were carried out as pot experiments in shallow plastic boxes (area 0.2 m²) placed

in the field. The present paper is the third in a series of reports giving the results. An introduction to the whole series was made in the first report (Håkansson & von Polgård 1976), which also included a description of the methods used. The first two reports (Håkansson & von Polgård 1976, 1977) gave the results of a group of eleven experiments with the following main question: How shall the seedbed be formed to give good crop emergence when dry weather follows the seeding?

The present report is the first of two covering thirteen experiments with another main question: In which way is the emergence hampered by surface slaking and crusting? What can be done to improve the emergence? A summary of these experiments was published earlier (Håkansson & von Polgård 1979). In a group of three experiments reported here the aim was to elucidate to what extent and under which conditions slaking of the surface layer could cause oxygen deficiency hampering the emergence.

The background is the following. If rain causes slaking of the surface layer, the gas exchange between the soil and the atmosphere is reduced. If the moist situation lasts for a long time there is a risk that the oxygen in the soil will be used up and the seeds or seedlings will be damaged. If, on the other hand, the surface layer dries, it will harden to form a mechanical hindrance to the seedlings (a crust). The question was whether, under normal (Swedish) field conditions, the mechanical hindrance is the only important reason for poor emergence in slaking - crusting situations or if oxygen deficiency also is of importance.

A priori oxygen deficiency hampering crop emergence could be supposed to occur especially under the following conditions: Heavy rain initially causes deep slaking; unbroken moist weather follows, but with comparatively low rainfall (because the rain water contains dissolved oxygen); the ground water table is shallow (the situation when the ground water table rises up to the seed level is disregarded); the biological activity in the soil is high (the soil contains fresh organic matter); deep sowing is applied. Three experiments were carried out with more or less extreme situations in the respects mentioned.

The three experiments were carried out using 225 mm deep plastic boxes. In the first experiment the boxes were placed in an open vegetation hall with plastic roof, in the two others in a greenhouse. Some small holes had been drilled in the sides of the boxes close to the bottom. A bottom layer of gravel was placed in the boxes. Immediately after sowing the boxes were watered, until ground water formed in the bottom and water started to flow out through the holes. In the first experiment this watering was done gently, so as to reduce slaking as much as possible, in the two later the watering was done without regard to the risk of slaking.

In some treatments the boxes were repeatedly watered throughout the experimental period to compensate for the evaporation and to keep the soil continuously wet. Waterings were done at intervals of some days, normally with 2 mm at a time when the potential evaporation approached this value. In this way the ground water table was continuously kept in the bottom of the boxes, thus corresponding to a ground water table in the bottom of the plough layer in the field.

Steps were taken, by choosing suitable times of the year and by other means, to keep the potential evaporation as low as possible. The mean evaporation from an Andersson evaporimeter was ≤ 0.4 mm per day throughout the experimental periods. Therefore the evaporation rate from the boxes was extremely low.

The two later experiments were identical, except that the temperature was different (about $+17^{\circ}\text{C}$ and $+7^{\circ}\text{C}$ respectively). In these experiments there were some treatments with fresh organic matter added to the soil in the surface layer. Barley meal was used and it was mixed with the soil just before sowing.

Each of the three experiments is described separately in a standardized manner starting with the trial design. Data are given on the soil, the crop (barely in the first experiment) and the seed quality. The dates for sowing, first emergence and final plant counting are given as well as the evaporation data. A sketch illustrates the arrangement. The emergence data are presented in a table. An emergence - time diagram shows curves for some typical treatments. Finally, some comments are given on the results. The final part of the report contains comments and conclusions covering the whole group of experiments.

In the first experiment the slaking in the clay soil was very shallow but was deeper in the silt loam soil. In the treatment with no repeated watering the emergence on average reached the very high level of 91 per cent for both soils. This shows that the conditions were very good. In the treatment with repeated watering the emergence was still better in the clay, indicating that there was no oxygen deficiency. In the silt loam a slight decrease of the emergence occurred when the aggregates were small, probably being caused by a slight oxygen deficiency. The soils used in this experiment did not contain any fresh organic matter.

The first experiment showed that oxygen deficiency hampering the crop emergence occurs only under extreme situations, and the two latter experiments were carried out to examine the reaction of different crops in such situations. The soil used slaked very easily. The waterings were done at high intensity, so that a deep slaking occurred. The soil had a low content of undecomposed grass sod. In some treatments fresh organic matter was added.

In the treatments with fresh organic matter added there was an intensive microbial activity and evident signs of anaerobic conditions (odour, change in colour). No, or very poor, emergence occurred. Even in the boxes without organic matter added there were some signs of oxygen deficiency. In some cases there were drastic differences in emergence between the treatments, showing that the oxygen supply was just at the critical level. The differences between the crops should not be regarded as being statistically significant.

The boxes with no repeated watering in the two later experiments show results that might be considered unexpected. However, the germination and seedling growth as well as the development of oxygen deficiency was delayed at the lower temperature compared to the higher, and the germination processes seem to have been the most delayed. Differences in evaporation rate might also have been of importance.

The experiments show that if there is a low or moderate oxygen consumption in the soil, the germination and emergence is not hampered by oxygen deficiency unless there is a severe surface slaking and the weather is continuously moist. At deep sowing the problems are bigger. Even if this is not shown by the experiments, one can assume that a shallow ground water table makes the oxygen deficiency worse.

If there is a high oxygen consumption in the soil, the risk of oxygen deficiency increases drastically. In the field, however, fresh organic matter is never homogeneously mixed with the soil as in the experiments, and therefore only affects parts of the seedbed.

The experiments show that oxygen deficiency hampering crop emergence under field conditions can be expected only under relatively extreme situations. Thus, from a practical point of view, it can be concluded that the slaking in itself only seldom causes any problems. The problems arise when the slaked layer dries out and hardens and forms a mechanical hindrance to the seedlings.

LITTERATUR

- Håkansson, I. & von Polgár, J., Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN. Nr 46, 1976.
- Håkansson, I. & von Polgár, J., Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN. Nr 53, 1977.
- Håkansson, I. & von Polgár, J., Effects on seedling emergence of soil slaking and crusting. PROC. OF THE 8:TH CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION. University of Hohenheim, BRD, 1979. s. 115-120.