

Socketbetans etablering som funktion av markens såbäddsegenskaper, H1144183

Johan Arvidsson, Olof Gröndahl, Martin Holmberg, inst. för mark och miljö, SLU, Robert Olsson, NBR.

Bakgrund

Etableringen är kanske det viktigaste momentet i växtodlingen – en dålig etablering kan aldrig fullt ut kompenseras av andra odlingsåtgärder. I sockerbetsodlingen är dessutom etableringen extra viktig, eftersom man sår få plantor jämfört med andra jordbruksgrödor, och sockerbetorna inte heller kan kompensera lågt plantantal med bestockning som i stråsäd, eller ökad förgrening som hos oljeväxter. Skörden kommer därför att vara starkt beroende av plantantalet per hektar (Durr m.fl., 1992; Durrant m.fl., 1990). Säker etablering utan att det kommer nederbörd efter sådd innebär att såbädden ska utgöra ett bra avdunstningsskydd, fröet ska sås i jord med tillräcklig vattenhalt för groningen, dock ej för djupt eftersom fröet har ett relativt litet innehåll av växtnäring (Håkansson m.fl., 2002).

Grödans uppkomst som funktion av såbäddens egenskaper har studerats mycket noggrant i modellstudier av bl.a. Håkansson m.fl. (2008, 2011a, 2011b). En sammanfattning av dessa undersökningar, som främst gällde stråsäd, är att fröna bör sås på minst 4 cm djup med minst 50 % aggregat mindre än 5 mm för att få ett tillräckligt avdunstningsskydd, och att det bör finnas minst 6 % växttillgängligt vatten kring fröet.

Socketbetor studerades i två modellförsök. Dessa visade bl.a. att vid goda betingelser i såbädden har sockerbetan bäst uppkomst vid ca 2 cm såddjup, och att uppkomsten blir kraftigt försämrad och försenad vid sådd djupare än 3 cm. Groningsförloppet är dessutom långsammare för sockerbetor än andra småfröiga jordbruksgrödor. Från sådd till uppkomst krävdes ca 77 daggrader beräknade från en bastemperatur på 3°C. Avseende kritisk vattenhalt i såbotten erhöles inte några säkra resultat för sockerbetor i dessa undersökningar.

I en mycket omfattande fältstudie av Kritz (1983) gjordes en stickprovsundersökning av svenska såbäddar. Denna visade bl.a. att gränsen för 6 % växttillgängligt vatten låg på ca 5 cm djup på styva leror, och på 2-3 cm på lättleror.

Sammantaget pekar resultaten från äldre undersökningar på att de fysikaliska förutsättningarna gör att det är svårt att lyckas med en säker etablering av sockerbetor under torra förhållanden, speciellt på jordar med högre lerhalter. Kunskapen är dock begränsad kring hur såbäddar ser ut i dagens sockerbetsodling och vad som kan begränsa uppkomsten på olika jordarter.

Syfte

Det huvudsakliga syftet med projektet var att genomföra en stickprovsundersökning av såbäddsegenskaper i den skånska betodlingen, och att koppla denna till uppkomst och jordart. I tillägg till den ursprungliga planen genomfördes också studier av markens upptorkningsförlopp, markens penetrationsmotstånd, betans uppkomsthastighet och ett modellförsök med uppkomst av sockerbetor vid olika vattenhalter. Under projektets första år gjordes också mätning av grödans tillväxt under vegetationsperioden på 12 gårdar. Specifika frågeställningar som projektet ville besvara var: Hur är såbäddsegenskaperna, framförallt aggregatstorleksfördelning och mängd växttillgängligt vatten i såbotten, kopplade till markens jordart? Hur är grödans uppkomst beroende av såbädds- och markegenskaper? Uppfyller såbäddar i sockerbetsodlingen generellt krav för att ge god uppkomst? Hur ser upptorkningsförloppet i såbädden ut efter sådd? Skiljer sig korn och sockerbetor åt i krav på växttillgängligt vatten för groningen?

Material och metoder

Huvuddelen av projektet utfördes som en stickprovsundersökning av såbäddar under åren 2012-2014. Dessutom gjordes studier av markens uttorkningsförlopp och en modellstudie med jämförelse mellan korn och sockerbetor.

Stickprovsundersökning

Under 2012 gjordes såbäddsundersökning på 6 platser på 12 gårdar ingående i projektet Odlargenererade kunskapssystem och lärgemenskaper, som avslutades 2012. Inomfältsvariationen var dock liten i dessa försök och varje gård behandlas i fortsättningen som en plats, istället för att analyseras som enskilda provpunkter i den ursprungliga projektplanen. Dessutom gjordes undersökningar (1 plats per fält) på ytterligare 9 gårdar. Under 2013 och 2014 gjordes undersökningar på 31 respektive 24 gårdar, 1 plats per fält. Under samtliga år gjordes undersökningarna i tre områden: Söderslätt (kring Trelleborg), området kring Lund och området kring Landskrona, med ungefär lika många gårdar i varje område. Fälten var, med enstaka undantag, höstplöjda, konventionellt harvade och sådda. År 2012 gjordes sådden mellan den 16 mars och 3 april, år 2013 mellan den 1 och 18 april, år 2014 mellan 28 mars och 5 april.

Såbäddsundersökning

Undersökningarna är gjorda enligt Kritz (1983) med en viss modifiering, så snart som möjligt efter sådd (nomalt dagen efter sådd). Inom en stålram som är 40 x 40 cm nedtryckt till såbotten mättes bearbetningsdjupet genom att all lös jord inom ramen fördes över till en mätcylinder. Ramen var även försedd med två vinklar, en på 25 x 40 cm och den andra på 6 x 40 cm vilken är tillagd utöver den normala metoden. Inom dessa vinklar mättes jordens aggregatstorleksfördelning, dels mellan raderna, dels i såraden, i fraktionerna > 5 mm, 2-5 mm och < 2 mm. I samband med sållningen togs vattenhaltsprover från de två olika lagren som togs i såraden, samt i såbäddens botten. För varje plats gjordes två såbäddsundersökningar.

Frögradering och frötäckning

Vid frögradering grävdes 20 frön försiktigt fram för att bedöma var fröna var placerade i såbädden. Graderingen gjordes i en skala 1-5, där 1 är god placering (i såbotten), 2 i anslutning till såbotten, 3 strax ovanför såbotten och 4-5 är placering högre upp i såbädden,

Penetrationsmotstånd och skrymdensitet

Det gjordes 10 st penetrationsmätningar per plats. Mätningarna gjordes med en handburen Eijkelkamp Penetrologger med en spets på 1 cm², som registrerade motståndet på varje centimeter ner till 25 cm djup. I såbotten togs samtidigt tre cylindrar (höjd 50 mm, diameter 72 mm) för att bestämma skrymdensitet. Data för skrymdensitet saknas dock på de 9 extra platserna 2012 och på 8 platser 2014.

Laboratorieanalyser

Den gravimetriska vattenhalten bestämdes genom torkning av jordprover 105° C i 24 timmar. Skrymdensitet bestämdes också efter torkning och vägning. Kornstorleksfördelning bestämdes med

pipettmetoden. Vissningsgräns (vattenhalt vid ett vattenavförande tryck på 150 m vp; 15 bar) bestämdes genom torkning efter att proven satts i övertryckskammare.

Upptorkningsförlopp

Förutom bestämning av gravimetrisk vattenhalt (% vikt/vikt) från jordprover mättes också volymetrisk vattenhalt i såbotten direkt i fält med en Delta T soil moisture meter. Fyra metallstavar, 5 cm långa, sticks ner i marken och mäter resistivitet, som sedan kan omräknas till volymetrisk vattenhalt.

Upptorkningsförloppet studerades framförallt under 2012 och 2013. Mätning med Delta T moisture meter gjordes i samband med sådd och upprepades med 2-3 dygns mellanrum i minst en vecka under 2012.

Under 2013 gjordes mätningar med ungefär en veckas mellanrum under ca en månad efter sådd.

Uppkomst och uppkomsthastighet

Uppkomsten räknades under 2012 vid två tillfällen under uppkomstfasen, 21 och 26 april, samt slutlig uppkomst på de 12 ordinarie platserna (ej slutlig uppkomst på de 9 extra platserna). Under 2013 gjordes fyra planräkningar, under 2014 endast slutlig uppkomst i 4 x 10 löpmeter.

Planräkningarna 2013 användes för att interpolera fram datum för 50 % av slutlig uppkomst. På varje plats installerades också en I-button temperaturgivare på såddjup. Därmed kunde temperatursumman för 50 % uppkomst beräknas för varje plats. Detta gjordes också med väderdata för lufttemperatur för Lund från SMHI, i båda fallen användes en bastemperatur på 3°C.

Modellstudier av såbäddens funktion

Under våren 2015 gjordes modellstudier av såbäddar med sockerbetor och korn, dels på laboratorium, dels utomhus under tak. Här redovisas kort den senare undersökningen.

En moränlättilera från Alnarp torkades, maldes och blöttes därefter till tre olika vattenhalter, 6, 9 och 12 % växttillgängligt vatten. Jorden fylldes i 10 cm höga cylindrar, 6,5 cm i diameter, 4 per gröda och vattenhalt. I varje cylinder placerades 5 frön av korn eller sockerbetor i såbotten, därefter fylldes cylindern med ca 2,5 cm lufttorr jord som avdunstningsskydd. Försöket såddes 14 april 2015 varefter cylindrarna placerades utomhus i en nätgård. Cylindrarna täcktes med ett regnskydd som medgav solinstrålning och naturliga vindförhållanden.

Resultat

Väder

Nederbörd i hela april och 1-20 april i Lund, Landskrona och Trelleborg redovisas i tabell 1. Nederbörden var generellt lägre än normalt, speciellt 1-20 april under 2012 och 2013. År 2012 då en stor del av sådden utfördes i mars föll inget regn 20-31 mars i Lund och Landskrona och 2 mm i Trelleborg.

Tabell 1. Nederbörd i hela april och 1-20 april i Lund, Landskrona och Trelleborg (<http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#>)

Nederbörd	2012		2013		2014		1961-1990 April
	April	1-20 april	April	1-20 april	April	1-20 april	
Lund	40	15	13	11	28	28	43
Landskrona	30	12	13	7	16	16	38
Trelleborg	20	8	18	13	22	21	33

Medeltemperatur i Lund under april var 6,6, 6,5 respektive 9,1°C under 2012, 2013 och 2014 (medeltemperatur 6,0 °C).

Stickprovsundersökning

En sammanställning av de viktigaste av de uppmätta parametrarna i såbäddsundersökningen visas i tabell 2 och 3. Generellt var andelen finjord hög i såbädden, i medeltal 52 och 67 % i det övre respektive nedre lagret av såbädden. Andel aggregat >5 mm i markens ytlager var högre än 50 % i totalt 5 fall. Bearbetningsdjupet och frötäckningen var i medeltal 2,9 respektive 2,8 cm, med en standardavvikelse på ca 0,5 cm. Mängden växttillgängligt vatten i såbotten var i medeltal ca 9 %, medan vattenhalten i markens ytlager var nära vissningsgränsen. Uppkomsten var i medeltal 90500 plantor/ha, med små skillnader mellan åren (ca 90 000 2012 och 2013 och 91000 2014).

Tabell 2. Aggregatstorleksfördelning i såbäddens övre och nedre skikt i såraden, bearbetningsdjup, frötäckning och gradering av fröplacering, 76 såbäddsundersökningar 2012-2014

	Lager 1			Lager 2			Bearbetnings- ningsdjup (cm)	Frötäck- ning cm	Fröplace- ring, 1-5
	> 5 mm	2-5 mm	< 2 mm	>5 mm	2-5 mm	< 2 mm			
Medel	30	19	52	14	18	67	2,9	2,8	1,5
Stdavv	12	5	15	6	6	12	0,6	0,5	0,4

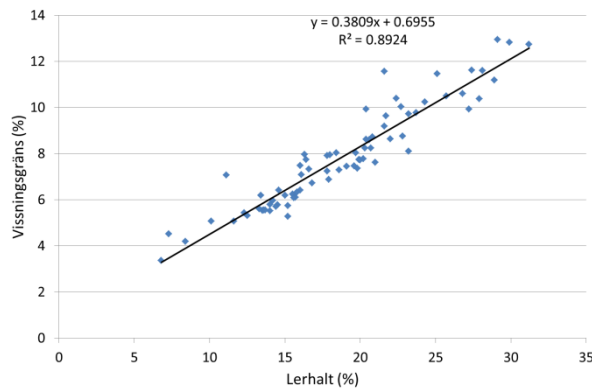
Tabell 3. Växttillgängligt vatten i såbäddens olika skikt, lerhalt, vissningsgräns, skrymdensitet och slutlig uppkomst, 76 såbäddsundersökningar 2012-2014

	Växttillg. vatten (% vikt/vikt)			Ler (%)	Vissningsgräns (% vikt/vikt)	Skrymden- sitet (g/cm ³)	Uppkomst 1000/ha
	Lager 1	Lager 2	Såbotten				
Medel	-0,3	3,0	8,8	18,7	7,8	1,44	90,5
Stdavv	3,2	3,0	2,7	5,5	2,3	0,13	9,3

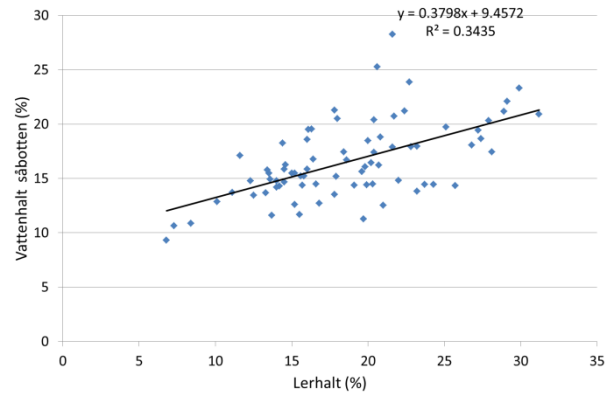
Samband mellan lerhalt, såbäddsegenskaper och uppkomst

Markens vissningsgräns som funktion av lerhalt visas i figur 1a. Det fanns ett starkt samband med lerhalten, vilket gällde också för vattenhalten i såbotten (fig. 1 b). Detta innebar också att det inte fanns något samband mellan lerhalt och mängden växttillgängligt vatten i såbotten (fig 1c). Däremot var vattenhalten i ytlagret liksom andelen finjord något lägre med ökande lerhalt, och fröplaceringen något sämre (figur 1d, 1e, 1f).

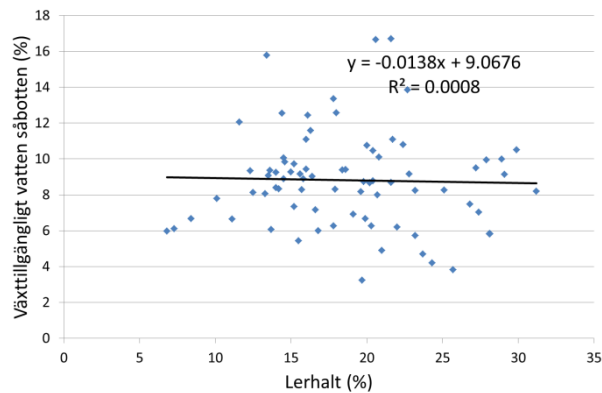
a)



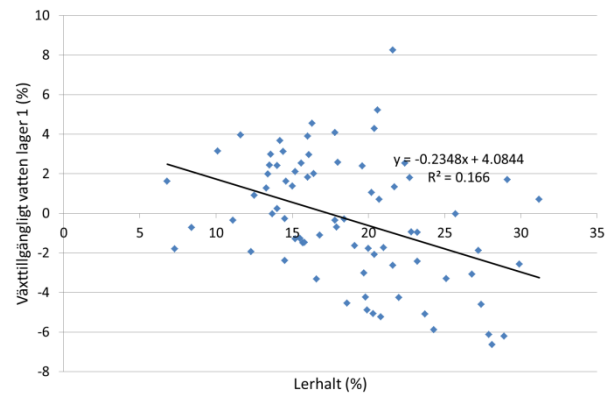
b)



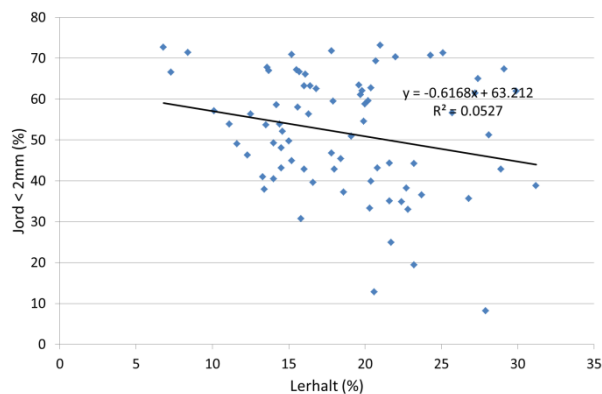
c)



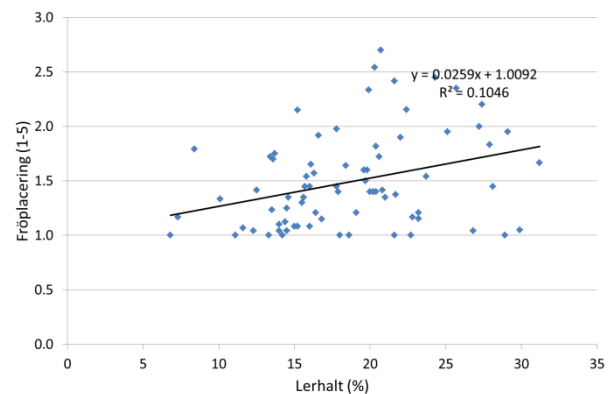
d)



e)



f)



Figur 1. Såbäddsegenskaper som funktion av lerhalt. a) vissningsgräns, b) vattenhalt såbotten, c) växttillgängligt vatten i såbotten, d) växttillgängligt vatten i lager 1, e) finjord <2 mm i lager 1 i såraden (%), f) fröplacering (1-5 där 1 är bäst).

Uppkomst som funktion av såbäddsegenskaper

Slutlig uppkomst som funktion av såbäddsegenskaper visas i figur 2 a-f. Sambanden var generellt sett mycket svaga. Det fanns ett svagt negativt samband med lerhalt liksom med mängden växttillgängligt vatten i såbotten, huvudsakligen beroende på några få observationer vid mycket hög vattenhalt. Uppkomst som funktion av frötäckning kunde beskrivas med ett andragradspolynom. Sämst uppkomst erhöles vid ett grundare sådjup än 2 cm, och uppkomsten sjönk också något när djupet översteg 3 cm. Det fanns praktiskt taget inget samband mellan uppkomst och bearbetningsdjup, gradering av fröplacering, skrymdensitet eller penetrometermotstånd (data för penetrometer visas ej).

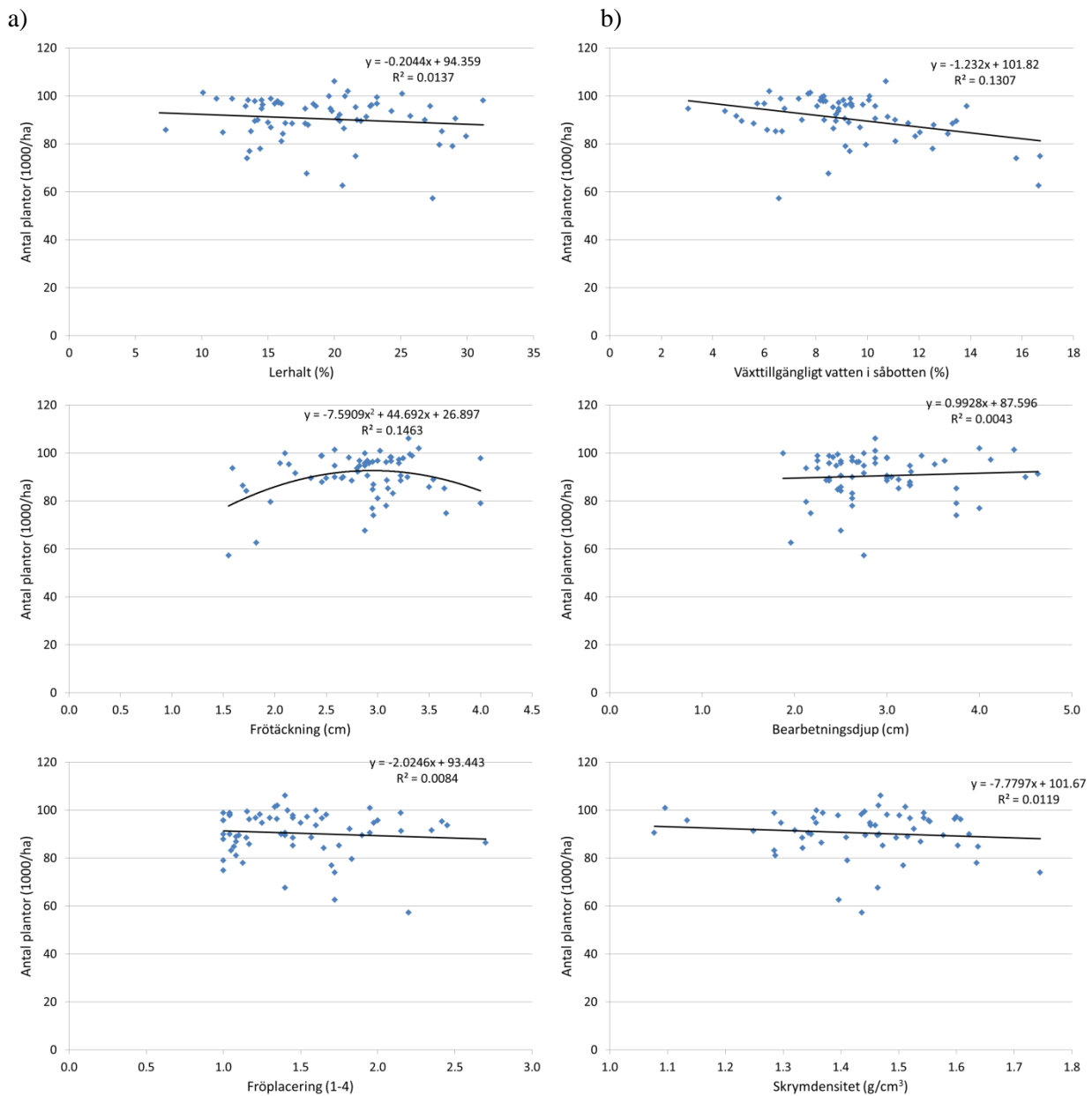


Fig 2. Slutlig uppkomst som funktion av a) lerhalt, b) växttillgängligt vatten i såbotten, c) frötäckning, d) bearbetningsdjup, e) fröplacering, f) skrymdensitet.

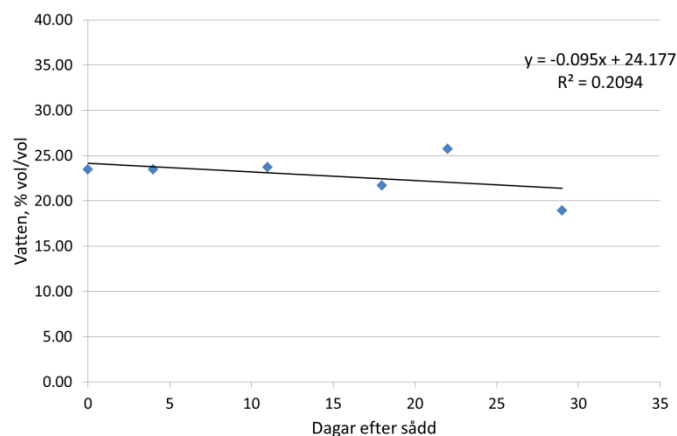
Förutom de enkla regressionerna gjordes en multipel regression där samtliga undersökta parametrar ingick. Slutlig uppkomst i antal 1000 plantor/ha kunde beskrivas med följande ekvation:

$$\text{Uppkomst} = 47,42 + 38,3 * \text{Frötäckning (cm)} - 6,4 * \text{Frötäckning (cm)}^2 - 1,4 * \text{växttillgängligt vatten i såbotten (\%)} \quad R^2 = 0,26$$

Samtliga ingående variabler var signifikanta ($p < 0,05$).

Vattenhaltsförändring i såbotten

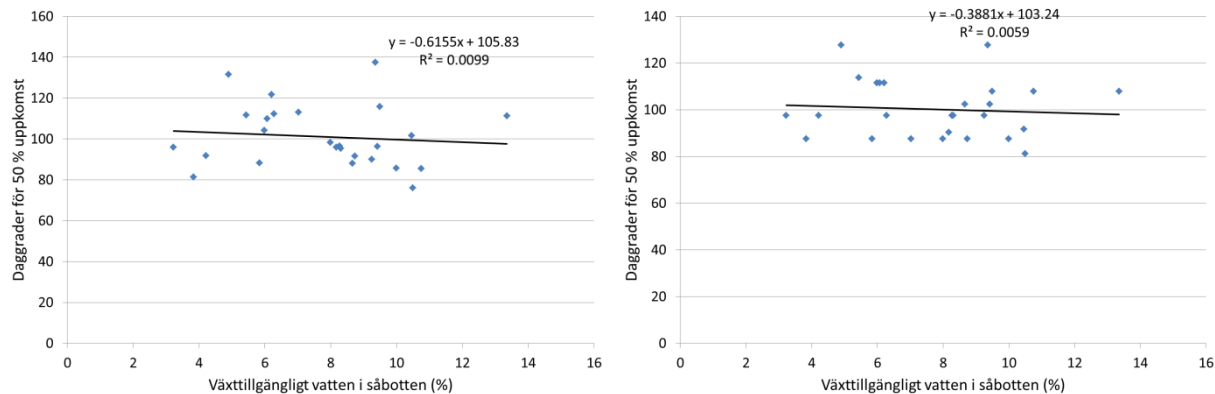
Under både 2012 och 2013 mättes vattenhalten i såbotten efter sådd, ca 10 dagar 2012 och 30 dagar 2013. Ett exempel på mätning från 2013 visas i figur 3. Vid mätningarna 2012 sjönk vattenhalten med i genomsnitt 0,10 volymsprocent vatten per dag (högsta värde 0,23), under 2013 i genomsnitt 0,033 volymsprocent vatten per dag (högsta värde 0,22). Ett värde på 0,10 volymsprocent vatten motsvarar ca 0,07 viktsprocent vatten (vid en skrymdensitet på $1,44 \text{ g/cm}^3$).



Figur 3. Exempel på förändring av vattenhalt (volymsprocent) i såbotten efter sådd. Mätning med Deltaprobe gjord 2013.

Uppkomsthastighet

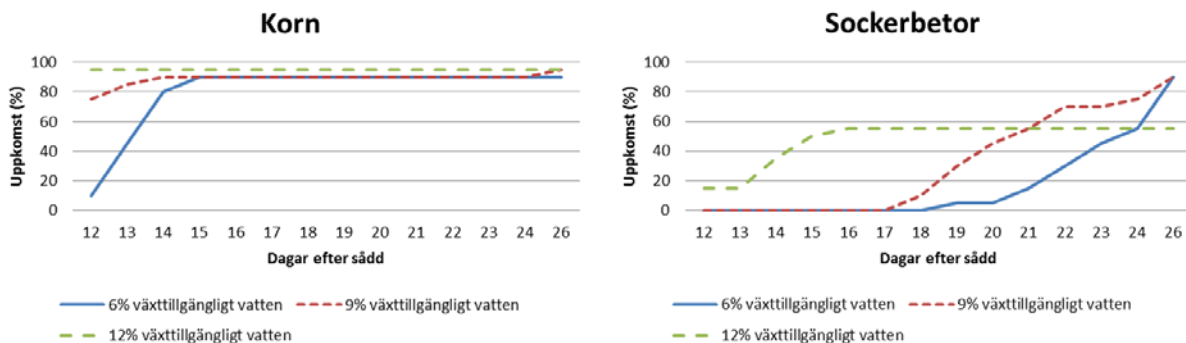
Från planräkningarna interpolerades tidpunkt för 50 % uppkomst, varefter temperatursumman från sådd kunde beräknas. I figur 4 visas samband mellan temperatursumma för 50 % uppkomst (beräknat dels från temperaturgivare, dels från SMHI:s väderdata) och mängden växttillgängligt vatten. Temperatursumman varierade mellan ca 80 och 130 daggrader, dock utan något samband med mängden växttillgängligt vatten.



Figur 4. Samband mellan växttillgängligt vatten i såbotten och temperatursumma för 50 % uppkomst, beräknat från a) temperaturgivare på såbotten och b) väderdata (lufttemperatur) från SMHI. Avser mätningar 2013, 26 observationer.

Modellstudier

Uppkomstförlopp vid olika halter växttillgängligt vatten i såbotten visas i figur 5. Lägre vattenhalt i såbotten fördröjde uppkomsten mycket starkt, speciellt i sockerbetor. Tyvärr skedde troligen en viss uppfuktning av cylindrarna med 6 % växttillgängligt vatten vid kraftigt regn och stark vind 16 dagar efter sådd, som kan ha förbättrat uppkomsten. Det är dock klart att lägre vattenhalt starkt försenat uppkomsten.



Figur 5. Uppkomsttid för korn och sockerbetor i modellstudier med olika vattenhalter i såbäddens botten.

Diskussion

Studien gav en del både väntade och oväntade resultat. Vad gäller såbäddens och såbäddens utformning rent generellt har jordbrukarna lyckats väl. Andelen finjord var i medeltal hög, mer än 50 % <2mm i medeltal, både i såbäddens övre och nedre del. Såbäddarna bör därför ha utgjort ett gott avdunstningsskydd. Frötäckningen var i medeltal 2,8 cm med relativt liten spridning, och fröplaceringen var god. Mest kritiskt var mängden växttillgängligt vatten, i själva såbädden var vattenhalten låg, i såbotten fanns i medeltal ca 9 % växttillgängligt vatten vilket innebär att den på många platser hade en vattenhalt nära eller under 6 % som ofta anges som en nedre gräns.

Samband mellan lerhalt och olika såbäddsegenskaper var betydligt mindre än förväntat. Högre lerhalt innebär högre vissningsgräns, men då vattenhalten i såbotten steg med ökad lerhalt fanns inget samband

mellan lerhalt och mängd växttillgängligt vatten i såbotten, i motsats till Kritz (1983). Andelen finjord sjönk något med ökad lerhalt men spridningen för denna parameter var mycket stor. Också med avseende på slutlig uppkomst var sambandet med andra egenskaper svagt. Detta gäller t.ex. lerhalt, även om uppkomsten oftast var sämre än medeltalet vid lerhalter över 25 %. Sådd grundare än 2 cm gav sämre uppkomst, i viss mån också sådd djupare än 3 cm, i överensstämmelse med Håkansson m.fl. (2011a). Mest förvånande är kanske att det inte fanns något positivt samband mellan uppkomst och mängden växttillgängligt vatten i såbotten, trots att det var torra förhållanden efter sådd, i alla fall under 2012 och 2013. Temperatursumman som krävdes för uppkomst var ca 80-130 daggrader, vilket kan jämföras med 77 i modellstudier (Håkansson m.fl., 2008). Mätningarna av uppkomsthastighet visade dock inte något samband med vattenhalten i såbotten. Det fanns heller inget samband mellan uppkomst och markens penetrationsmotstånd eller skrymdensitet. Tidigare studier har visat att det ofta finns ett behov av återpackning efter sådd (Arvidsson och Håkansson, 2014). En möjlig hypotes var att en viss packning skulle förbättra vattentransport i marken och därmed grödans uppkomst, men någon sådan tendens fanns inte i vår studie. Studier av vattenhaltsförändringar i såbotten visade att dessa skedde långsamt. Detta stämmer också med den höga andelen finjord och att såbäddarna bör ha fungerat bra som avdunstningsskydd.

Publikationer

Resultaten publiceras samtidigt med denna rapport i

Arvidsson, J., Gröndahl, O., Holmberg, M., Olsson, R., 2015. Sockerbetans etablering som funktion av markens såbäddsegenskaper. Rapporter från jordbearbetningen, nr 133, Inst. för mark och miljö, SLU. <http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/rapport133.pdf>

Slutsatser (gällande nytta med råd till näringen)

Såbäddarna och såddens utförande var generellt av hög kvalitet i den gjorda undersökningen. Andelen aggregat >5 mm var i genomsnitt 24 %, vilket är klart under gränsen på 50 % som ofta anges som krav på såbädden. Frötäckningen var i medeltal 2,8 cm vilket kan ses som ett nära optimalt såddjup. I medeltal måste också uppkomsten betecknas som god med 90 500 plantor/ha. Mängden växttillgängligt vatten i såbotten var dock relativt lågt, i medeltal ca 9 %, strax över den gräns på 6 % som brukar anges för groning.

Samband mellan jordart (lerhalt) och såbäddsegenskaper var betydligt lägre än förväntat. Eftersom ökande lerhalt medför en högre vissningsgräns förväntades t.ex. mängden växttillgängligt vatten i såbotten vara lägre på styvare jordar, något sådant samband fanns dock inte i undersökningen. Det svaga sambandet mellan lerhalt och såbäddsegenskaper medförde också att det var ett svagt samband mellan slutlig uppkomst och lerhalt även om uppkomsten oftast var sämre vid de högsta lerhalterna (över 25 %). Det fanns heller inget positivt samband mellan slutlig uppkomst och mängd växttillgängligt vatten i såbotten, vilket hade förväntats. Uppkomsten försämrades dock av grund och djup sådd (<2 cm eller >3 cm). Beräkning av temperatursummor för 50 % uppkomst visade att spridningen var ganska stor, ca 80-130 daggrader, dock utan tydlig koppling till t.ex. vattenhalten i såbotten. Modellstudier visade däremot att uppkomsten försenades kraftigt vid minskande vattenhalt i såbotten. Modellstudierna pekade också på att sockerbetor är känsligare än korn avseende nödvändig vattenhalt för groning.

Resultaten pekar på att jordbrukarna i regel lyckats väl i utformningen av såbädden och såddens utförande, och skapat goda avdunstningsskydd och en bra fröplacering. I några fall har uppkomsten försämrats av för grund sådd. Mängden växttillgängligt vatten för groningen är dock ofta kritisk, både på lättare och styvare jordar. I såbädden finns sällan tillräckligt med vatten för groningen, vilket innebär att en god placering av fröet i god kontakt med såbotten är mycket viktig. Bearbetningsdjupet måste också vara tillräckligt för att komma till ett djup med tillräcklig fukt i marken. En möjlig metod för att säkerställa groningen är djupare bearbetning, samtidigt som man med förplogar undviker alltför djup såbädd i såraden. Tidig sådd gör också att vattenhalten blir högre. Undersökningen visar tydligt att jordbrukarna generellt utfört sådd och såbäddsberedning på ett bra sätt och fått en god uppkomst. Den stora variationen i antal daggrader som krävs för groningen visar dock att uppkomsten ofta är försenad jämfört med ideala förhållanden, och att det därför finns en avkastningspotential i att förbättra förhållandena för etablering.

Resultatförmedling till näringen

Resultaten publiceras i

Arvidsson, J., Gröndahl, O., Holmberg, M., Olsson, R., 2015. Sockerbetans etablering som funktion av markens såbäddsegenskaper. Rapporter från jordbearbetningen, nr 133, Inst. för mark och miljö, SLU. <http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/rapport133.pdf>

En länk till rapporten kommer också att läggas på NBR:s hemsida. Resultaten kommer också att presenteras i en artikel i Betodlaren och på NBR's vintermöte.

Referenser

- Arvidsson, J., Håkansson, I., 2014. Response of different crops to soil compaction—Short-term effects in Swedish field experiments. . Soil and Tillage Research 138, 56-63.
- Durr, C., Boiffin, J., Fleury, A. & Coulomb, I., 1992. Analysis of the variability of sugar beet (*Beta vulgaris* L) growth during the early stages. II. Factors influencing seedling size in field conditions. *Agronomie*, 12, 527-535.
- Durrant, M.J. & Gummerson, R.J., 1990. Factors associated with germination of sugar-beet seed in the standard test and establishment in the field. *Seed Science and Technology*, 18, 1-10.
- Håkansson, I., Myrbeck, Å. & Etana, A., 2002. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil & Tillage Research*, 64, 23-40.
- Håkansson, I., von Polgar, J., Rydberg, T., Westlin, A., 2008. Modellförsök med såbäddens funktion. Rapport 65, avd. för jordbearbetning, inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala.
- Håkansson, I., Arvidsson, J., Keller, T., Rydberg, T., 2011a. Effects of seedbed properties on crop emergence. 1. Temporal effects of temperature and sowing depth on the emergence of various crops. *Acta Agriculturae Scandinavica*, section B, Plant and Soil Science 61, 458-468.
- Håkansson, I., Arvidsson, J., Rydberg, T., 2011b. Effects of seedbed properties on crop emergence. 2. The seedbed as a protective layer against evaporation. *Acta Agriculturae Scandinavica*, section B, Plant and Soil Science 61, 469-479.
- Kritz, G., 1983. Såbäddar för vårstråsäd. Rapport 65, avd. för jordbearbetning, inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala. 187 sidor.