



Mot sockerskörd
på Europeanivå



Kunskapen är till för Dig

– använd den på bästa sätt

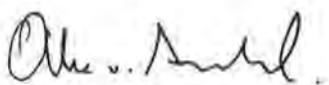
Svensk sockernäring, dvs odlare och industri i samverkan, har som övergripande mål i utvecklingsarbetet att svensk betodling ska ge höga och säkra skördar med hög kvalitet. Detta, för att vi även framöver ska kunna hävda oss i en allt hårdare internationell konkurrens.

Vi inom svensk sockernäring har varit initiativtagare till det unika utvecklingsprojektet 4T – Tillväxt Till Tio Ton. En del av resultaten kan Du ta del av i denna publikation.

Forsknings- och försöksresultat är viktiga för all odlingsutveckling. Nyttan med dessa resultat erhålls emellertid först när Du som enskild odlare omsätter dem till praktisk handling på Din egen gård.

Vår förhoppning är att Du i lugn och ro tar del av artiklarna och inspireras till målsättningen: att Din betodling når ett ekonomiskt resultat, som ligger i framkanten i Europa.

Väl bekomme!



Otto von Arnold
Ordförande, SBC



Christer Sperlingsson
Agrichef, Danisco Sugar

En ny betbok

Mot sockerskörd på Europeanivå är en publikation för Dig som vill vara en del av svensk sockernäring i framtiden. Den vill ge Dig kunskap, men framförallt insikt och inspiration, till fortsatt utveckling och framgång som betodlare.

Den här "betboken" handlar inte så mycket om hur man harvar, gödslar och sprutar men desto mer om vad som krävs för att markens gröda i allmänhet och sockerbetor i synnerhet ska trivas och växa och ge en hög avkastning. Tyngdpunkten ligger på möjligheter som måste utnyttjas i god tid före sådden av betorna.

Publikationen består av 20 fristående artiklar som med fördel kan läsas i skriven ordning, men också väljas efter eget intresse och gårdens förutsättningar.

Vill Du få en få en kortare men god överblick av innehållet rekommenderas läsning av den första och sista artikeln.

Trevlig läsning!

Robert Olsson

Verksamhetsledare SBU

Innehåll

Kunskapen är till för Dig – använd den på bästa sätt	5
En ny betbok	6
Bakgrund till boken	7
Håll rätt kompasskurs med 4T	9
Låg skördeutveckling och stor variation	14
Viktig kartläggning av betans behov	16
Dräneringen är eftersatt	20
Växtföljden viktig för betjordens svampsmitta	22
Öka skörden med mer vall – Vallens värde varar	25
Rödklöver sätter turbo på betorna	30
Högre skörd med god markstruktur	32
Daggmaskar lyfter sockerskörden	34
Släckt kalk stärker jorden och ökar skörden	37
Betor kräver ingen stubbearbetning	40
Markstrukturindex mäter hur jorden mår	43
Så när såfönstret öppnas	46
Skarp skorpa stjäl socker	50
Tidig marktäckning viktigt – Utan blast ingen beta!	54
Friskast plantor vid snabb och tidig etablering	56
Flygfoton skvallrar om fältens jämnhet	62
Stor spridning i spill vid upptagning	64
Fyra variabler förklarar skörden	66
4T-resultaten omsatta till praktiken	70



Bakgrund till boken

Mot sockerskörd på Europainivå bygger i allt väsentligt på erfarenheterna från projekt 4T – Tillväxt Till Tio Ton – ett utvecklingsprojekt initierat av Betodlarna och Danisco Sugar 1996 och genomfört åren 1997-2002. Projektet är unikt i flera avseenden:

- tvärvetenskapligt upplägg med forskare och utvecklare från många ämnesområden
- en kombination av arbete i praktisk odling, fältförsök och klimatkam-mare
- ett djupstudium av sju pargårdar med likartade markförutsättningar men stor skillnad i sockerskörd/ha
- en konsekvent och målmedveten överföring av uppnådda resultat och erfarenheter till slutanvändaren – betodlaren

Följande personer utgjorde kärnan i 4T-projektet:

Kerstin Berglund, Agr.Dr	Markvetenskap
Jens Blomquist, Agr	Projektledare
Bertil Christensson, Lantm.	Praktiska växtskyddsundersökningar
Berndt Gerhardson, Agr.Dr	Jordburna svampar och deras bekämpning
Olof Hellgren, Agr.Dr	Biotronförsök
Hans Larsson, Agr	Växtskydd och markbiologi
Tomas Rydberg, Agr.Dr	Markvetenskap
Thomas Wildt-Persson, Agr	Praktiska betfältundersökningar

Ekonomiska medel till projekt 4T gavs av:

- SSK – Sockernäringens Samarbetskommitté
- SLF – Stiftelsen Lantbruksforskning
- DSAB – Danisco Sugar AB
- SBU – Sockernäringens BetodlingsUtveckling AB
- Skåneförsöken
- Partek Nordkalk
- KSLA – Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien

En fullständig rapport på 415 sidor från 4T-projektet finns tillgänglig på www.sockerbetor.nu – klicka på Betförsök.

Mot sockerskörd på Europeanivå



En kunskaps- och inspirationsbok för svensk betodling

Håll rätt kompasskurs med 4T

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Med de fyra variablerna – infiltration, pH, sådatum och svampangrepp – är 4T-projektets skördemodell en vägvisare med karta och kompass för åt vilket håll odlingen ska drivas. Med enkla åtgärder kan man få stora utslag i sockerskörd på den egna gården. Klok är den odlare som förbereder sig för framtiden genom att både öka sin jords bördighet och sin egen färdighet.

Kvintessensen av 4T-arbetet mynnade ut i den skördemodell som beskrivs i en annan artikel av Hans Larsson och Olof Hellgren. Bakom den ligger stora mängder insamlade siffror från de 14 pargårdar som vi undersökte under fyra odlingssäsonger. Många människor grävde, mätte och vägde i sockerbetsfälten under fyra år innan allt kunde samlas i en enkel skördemodell med fyra viktiga variabler.

Modellen är en vägvisare

Betrakta skördemodellen med de fyra variablerna som en karta med inbyggd kompass om vilken väg man ska ta för att nå högre sockerskördar på sin gård. Denna vägvisare säger att det är viktigt att:

- ha hög genomsläpplighet för vatten i markprofilen
- ha högt pH i matjorden
- så tidigt men tjänligt
- begränsa angreppen av svamp

Om man låter idén om skördemodellen som karta och kompass genomgå betodlingen blir den genast en odlingsrekommendation från en



Foto: Jens Blomquist, SBU

Med rätt kurs. Skördemodellen är en vägvisare med karta och kompass. Om man använder sig av modellens variabler som ledstjärnor går odlingen åt rätt håll.

kunnig betodlingsrådgivare som förstår sig på både marken och sockerbetan. Här följer några avslutande reflektioner kring vad resultaten betyder för dig som odlare.

Genomsläppligheten viktig

Den första variabeln säger att varje 0,1 cm/h ökad vertikal infiltration av vattnet i matjord och alv, ökar sockerskörden med 150 kg per hektar. Det finns flera sätt att höja den vertikala infiltrationsförmågan i jorden – dränering, alvluckring, kalkning, grödval med mera. Alla strukturuppbyggande åtgärder ökar med andra ord den vertikala infiltrationsförmågan. Resultaten från 4T-projektet visar tydligt att en hög vertikal infiltrationsförmåga fanns på gårdar med hög bördighet och stor förekomst av daggmaskar.

Dräneringen eftersatt

En välfungerande dränering är en grundläggande förutsättning för att upprätthålla tillväxtvänliga proportioner mellan fast material, vatten och luft i marken. Dräneringen är emellertid eftersatt i de svenska betfälten. Ungefär hälften av betarealen 1998 hade enligt de utskickade frågekorten en tillfredsställande, gan-



Foto: Jens Blomquist, SBU

Grundförutsättning. Dränering är A och O för att hålla betskördarna uppe. Enligt frågekorten 1998 hade hälften av de svenska betfälten en tillfredsställande, ganska dåligt eller dåligt fungerande dränering det året. Det finns alltså stor potential för förbättring.



Foto: Jens Blomquist, SöU.

Gårdens viktigaste resurs. Jorden är gårdens viktigaste produktionsresurs. Omsorg om jorden leder in i en positiv bördighetsspiral. För det krävs att jorden är kalkad, dränerad samt bevuxen så stor del av året som möjligt.

ska dåligt eller dåligt fungerande dränering det året. Förbättrad dränering och därmed högre vertikal infiltration i de svenska sockerbetsfälten hade alldeles säkert höjt sockerskördarna betydligt.

Vall får jorden att spricka upp

Grödval är en annan viktig komponent i diskussionen kring vertikal infiltration. I ett examensarbete vid agronomlinjen jämfördes på fält i Skåne och Uppland markens fysikaliska status år 1997 i exakt samma provpunkter där prover också hade tagits under 1950- och 1960-talen. Man fann där en tydligt försämrade vattengenomsläpplighet som gjorde sig gällande speciellt i alven under en halv meters djup. Detta kan tolkas som att odlingssystemen har förändrats genom att grödvalet har förskjutits över tiden. Vallodlingen har försvunnit och ersatts av ettåriga grödor. Med vallodling i växtföljden följde bättre upptorkning samt högre mängd skörderester som gynnade både mullhalt och dagmaskpopulationer. Kontentan av resonemanget är att odlingen ur markfysikalisk synpunkt befinner sig på ett sluttande plan.

Aktivt trädesbruk förbättrar

Men det finns hopp. Det går att öka vattengenomsläppligheten genom relativt enkla medel för dig som betodlare. Våra resultat från fältförsöken i 4T-projektet visar att efter en ettårig grönträda med 30 procent rödklöver eller blålusern, ökade infiltrationen i matjorden 3-5 gånger jämfört med efter höstveten när mätningen gjordes följande år i sockerbetor. I alven ökade infiltrationen med mellan 20 och 50 procent. Samtidigt ökade sockerskörderna omkring sju procent. Bedömningen av dessa resultat i samband med skördemodellen ovan är, att en ettårig trädesvall med baljväxter är ett effektivt sätt att förbättra markens vattengenomsläpplighet och därmed potential för en högre sockerskörd.

Stor effekt av pH

Den andra variabeln säger att en höjning av pH-värdet i matjorden med 1 enhet inom intervallet 6,4-7,6 ökar sockerskörderna med 1 120 kg per hektar. Det är en mycket kraftig effekt, men det är också väl känt att sockerbetor är känsliga för låga pH-värden. Detta såg vi tydligt i klimatkamrarna på SLU i Alnarp där sockerbetorna successivt sänkte pH-värdet kring rötterna. Till slut tog sockerbetorna livet av sig själva om inte en basisk lösning sprayades på så att den sura miljön neutraliserades.

Fläckarna skvallrar

Denna självmordsbenägenhet känner vi igen från fält där fläckar och områden med låga pH-värden oftare nu än förr verkar dyka upp. I dessa fläckar finns ingen buffring där alla de sura vätejoner som sockerbetsrötterna sprutar ut kan tas om hand. En hög buffringsförmåga följer av en hög basmättnadsgrad och sockerbetornas starka beroende av en hög basmättnadsgrad är väl dokumenterad i de permanenta kalkningsförsöken som går tillbaka till 1960-talet. I dessa var sockerbetorna den enda gröda som svarade med högre skörd när basmättnadsgraden ökade från

70 till 100 procent. Detta bekräftar nu skördemodellen i projekt 4T.

Också vid höga pH

Nytt i sammanhanget är att sockerbetorna enligt skördemodellen svarar väl på pH-värden också en bra bit över 7. I sammanhanget bör dock påpekas att det är samspelet mellan pH och övriga variabler i modellen som ger den stora skördeeffekten och inte bara pH-höjningen i sig. Med pH påverkas nämligen markens alla system – inte bara de kemiska utan också de biologiska och fysikaliska. Med högre pH får man en bättre ytstruktur som tillåter en tidigare sådd, men högt pH ger också minskade angrepp av rotbrandssvampar.

Tidig sådd ger utdelning

Den tredje variabeln i skördemodellen säger att för varje dag som sådatum för sockerbetorna kan tidigare läggas i april månad, ökar sockerskörderna med 70 kg per hektar. Detta kan året 2002 bekräfta. Medelskörderna kan, om allt går väl också under slutet av säsongen, komma att hamna en bra bit över normalmedelskörderna. År 2002 blev medelsådatum den 5 april, vilket ska jämföras med normalt 23 april. Trots riklig nederbörd med syrefattiga förhållanden i juni i bland annat Nordväst, samt stekande hetta, kruttorra fält och flämtande betor i augusti i bland annat Sydost höjdes medelskörderna år 2002. Mycket av detta kan vi tacka den tidiga starten för.

För det är med betor som med kortdistanslöpning – en bra starttid ger oftast en bra sluttid.

Säkerhet lika viktig

Det som utmärkte såperioden 2002 var dock inte bara att den inföll tidigt utan också att den skedde under vetliga förhållanden och utan risk för stora bakslag. Inga regn saboterade såperioden och skorpa i betfälten såg vi inte röken av. Den starten var inte helt vanlig och lika viktigt i såtidpunktsammanhang är alltså att trycka på att en tidig sådd är eftersträvtans-

värd bara då den lyckas, dvs då etableringen av sockerbetsbeståndet inte hindras av till exempel skorpa. Oavsett när man sår är det viktigt att uppkomstfasen är kort, dvs att det går åt få daggrader för att etablera ett bestånd. Resultaten i 4T-projektet visade att det vid tidig sådd var viktigt att nå ett högt plantantal och inte drabbas av skorpa. Vid senare sådder under torrare förhållanden var fröplaceringen och vattenförhållandena i såbädden av större vikt och avgörande för sockerskörden. Oberoende av om sådden skedde tidigt eller sent under våren, var det undantagslöst bäst att så när såfönstret öppnades och inte att vänta. Detta otvetydiga budskap är viktigt att ta med sig från 4T-projektet.

Tidig sådd kostnadseffektiv

Men kring tidig sådd finns fortfarande några frågetecken att reda ut. De fält på pargårdarna som såddes tidigt hade lägre porositet och högre skrymdensitet i bearbetningsbotten än de som såddes senare. Sannolikt var detta en effekt av tidpunkten, dvs de fält som såddes tidigt hade högre vattenhalt vilket minskade porositeten och ökade skrymdensiteten genom överfarterna i vårbruket. Icke desto mindre såddes dessa fält med framgång, vilket ger anledning till att fråga sig vad som gjorde att just dessa fält såddes tidigt. Såddes de tidigt för att de torkade upp tidigare – kanske bättre dränerade eller tidigare plöjda – eller för att viljeinriktningen var att prioritera den tidiga sådden? Att tidigarelägga sådden är en mycket kostnadseffektiv åtgärd för att höja sockerskörden. Därför är det viktigt att framtida projekt vid SBU reder ut orsak och verkan kring såtidpunkt.

Svamp och djur samverkar

Den fjärde variabeln i skördemodellen säger att för varje procentenhet ökad svampförekomst på sockerbetorna, mätt som medelsvamp, minskar sockerskörden med 400 kg per hektar. Det är dock inte svamp-

angreppet allena som är orsaken till skördeförlusten. Också skadedjursangrepp ligger bakom. De statistiska sambanden i 4T-projektet visar nämligen att det bakom svampangreppsbedömningen fanns starka kopplingar till exempelvis andelen friska plantor och det skadedjursindex som tar hänsyn till skadedjurens påverkan på tillväxt och skörd. Angreppen på sockerbetorna av svamp och skadedjur samspelar alltså med varandra, genom att insektsnag lätt blir inkörsportar för angrepp av svampar.

Rotbrandssvampen stryper

Icke desto mindre framkom under resans gång att rotbrandssvamparna är allmänt förekommande i sockerbetsodlingen. Både *Aphanomyces cochlioides* och svampar av släktet *Pythium* dödar eller försvagar sockerbetorna.

Angreppen av dessa båda svampar regleras i hög grad av väder- och markfaktorer. Väderfaktorerna gör att svampangreppet blir tydligt årsmånsberoende vilket vi noterar med förskräckelse eller tacksamhet år för år beroende på nederbörden. Angående markfaktorerna framkom i projektet att det existerar en sjukdomshämning mot rotbrand som hänger samman med lermineralens sammansättning. Emellertid kan effekten av denna sjukdomshämning sättas ur spel när sockerbetorna återkommer för ofta i växtföljden.

Tät växtföljd tveksam

Mot bakgrund av att växtföljderna har förkortats och att det är tätare mellan sockerbetsgrödorna nu jämfört med för bara 10 år sedan, finns det anledning att ta varningsklockorna på allvar. På jordar med inslag av sjukdomshämning kan treåriga växtföljder vara motiverade, medan det på andra lokaler inte alls bör odlas sockerbetor oftare än till exempel vart sjätte år. Hur kunskapen om sjukdomshämning i jorden kan användas i den svenska betodlingen kräver dock nya undersökningar innan sambanden klarnar.

Gammal kunskap bekräftas

Den som söker efter ny kunskap inom ett område gör oftast klokast i att titta i backspegeln. Historiska tillbakablickar brukar ofta vara en bra utgångspunkt för nya friska utvecklingssatsningar. De fyra variabler som modellen behandlar har också tidigare varit föremål för intresse. Här följer ett smakprov av kommentarer från 1900-talets första decennier.

Luckert är läckert

Den vertikala infiltrationen var kanske inget känt begrepp för herr C. Rydberg år 1912, men han skrev ändå i "Jordbrukslära för skolor och självstudium" detta år att: "*rotfrukter trivas endast i en väl genomluftad jord. Följaktligen måste rotfruktsfältet vara väl avdikat och ytan hållas lucker, så att luften har lätt tillträde*".

I början av 1900-talet – och säkert lång innan dess – var det alltså väl känt att sockerbetorna besvarar en lucker och genomluftad jord med hög skörd. Skördemodellen i 4T intygar detta med besked.

Med pH över 7

Herr O. Arrhenius kunde mycket om både pH och rotbrandssvampar under förra seklets första år. År 1931 fastslog han angående markens pH: "*genom talrika kärlförsök har det blivit klarlagt att betan har sitt bästa växande vid en markreaktion av 7,2-7,6; alla jordar, som ha lägre reaktionstal måste således, för att ge bästa möjliga betskörd, gödslas med så mycket kalk att reaktionstalet 7,2 uppnås*".

Att sockerbetorna är en pH-känslig gröda stod att finna på pränt redan för många år sedan och 4T-skördemodellen kan bara bekräfta en gammal erfarenhet.

Lite svamp om mycket kalk

Och angående rotbrandssvampar hävdade samme herr O. Arrhenius redan år 1924 att: "*de hos oss för betodlingen oftast ogynnsamma fak-*

torerna synas vara dålig dränering samt sur reaktion hos marken". Arrhenius ansåg att "den friska betan har sitt optimum i närheten av pH 7,5" och konkluderade avslutningsvis i uppsatsen att "alla av betrotbrand sjuka jordar äro sura" samt att man "genom en lämpligt avpassad kalkning kan undgå rotbranden".

Helt i linje med herr Arrhenius visdomsord från 1924, visar 4T-resultaten att svampangreppen missgynnas av god avvattnings och höga pH-värden.

Såtidpunktsförsök under 1:a världskriget

I mitten av maj år 1920 satt en professor L. Forsberg på Alnarp och klagade över att våren hade varit sällsynt blöt. Han spådde att detta skulle få effekter på både sådatum och sockerskörd när han skrev:

"Tyda sålunda alla tecken på, att vårsåddens försening kommer att i mycket ogynnsam grad påverka skördeutbytena, så torde detta förhållande kanske i starkare grad än för något annat växtslag komma att göra sig gällande för sockerbetan, vilken

växt på grund av dess fordran på lång växttid i vårt relativt kalla klimat ej kan annat än ofördelaktigt påverkas av en försenad sådd och uppkomst och därmed förkortad växttid".

Som grund för profetian använde Forsberg såtidpunktsförsök på Alnarps försöksfält 1916-1919. Tungt konstaterar skribenten därefter att det är "ej att undra över, att lantmännen i dessa dagar gå i stort missmod över den för betsådden hinderliga väderleken". Klagovisan avslutas dock i konstruktiv anda då författaren råder läsarna att "så snart jorden upptorkat tillräckligt och humnit beredas till en god och tjänlig såbädd, genast verkställa betsådden, och detta även om sädessådden ej skulle vara fullbordad".

Rekommendationen att så sockerbetorna före vårspannmålen är således ingen ny idé från odlingsrådgivningen. Också skördemodellen i 4T vittnar om detta.

Massor av nytt under solen

Med dessa fyra kommentarer ur historien kan man stillsamt undra om det finns något nytt under solen.

Svaret är ja. Skördemodellen med de fyra variablerna binder samman de fyra viktiga områdena i en och samma modell och påpekar att det är samspelet mellan dem som kan förklara variationerna i skörd. Dessutom kvantifieras kunskapen i skördemodellen. Den säter med andra ord siffror på hur mycket de olika faktorerna betyder för sockerskörden. På det sättet bidrar skördemodellen till att lägga ett pussel så att vi ska förstå vad som begränsar och befrämjar sockerbetornas skörd. För SBU återstår nu ett arbete att säkerställa och finputs skördemodellen.

Avgörande skillnader

I arbetet med skördemodellen fanns ingen uppdelning i plus- och medelgårdar. Där kikade vi helt blint på betfälten oberoende av på vilken gård de låg. Ökar man upplösningen något från de allmänna sambanden och kikar på de fyra viktiga variablerna på grupperna av plus- och medelgårdar kommer ändå ett mönster fram som redovisas i tabell 1.

Gruppen av plusgårdar hade ca 80 procent högre genomsläpplighet i

4T på gårdsnivå – exempel 1 – parstudie

Normalskörd: 8 ton utvinnbart socker/hektar
Jord: något mullhaltig lättlera med pH 7,0 i matjorden.

Två åtgärder sätts in. På gårdens sockerbetsskiften sprids sockerbrukskalk samtidigt som en gröntråda med klöver och gräs sätts in roterande i växtföljden på den obligatoriska

uttagna arealen. Om effekten på de fyra variablerna skattas till ett "minikoncept" med basen 1 blir situationen nu och sedan:

Förändrad variabel	Situation nu	Situation sedan	Effekt (kg socker/ha)
Vertikal infiltration	0,5 cm/h	0,6 cm/h	150
pH	7,0	7,1	110
Sådatum	20 april	19 april	70
Medelsvamp	1,5 %	1,4 %	40
Summaeffekt			370

Med kalken höjs pH samtidigt som svampförekomsten minskar. Med gröntrådan ökar vattenomsläppligheten vilket inte bara ökar infiltrationen utan också gör att det går att

så en dag tidigare. Sammantaget ger det en skördehöjning på 370 kg socker per hektar eller cirka 5 procent på skördenivån 8 ton per hektar.

4T på gårdsnivå – exempel 2 – fältförsök

Normalskörd: 8 ton utvinnbart socker/hektar
Jord: något mullhaltig lättlera med pH 7,0 i matjorden.

Tre åtgärder sätts in. Innan förfrukten höstvete ska sås sprids sockerbrukskalk. På våren i höstveten sås en mellangröda av rödklöver in. När höstveten tröskas tas en hög

stubb och stubbningen utelämnas före höstplöjningen. Hur skörden därmed kan klättra uppåt enligt resultaten i 4T-projektet kan illustreras i form av en trappa.



Sammanlagt skulle dessa relativt små förändringar med kalkning, stubbearbetning och mellangröda medföra en

skördeökning på 10 procent eller 800 kg socker/ha på gårdens med normalskörd 8 ton socker/ha.

Tabell 1.

Värde för skördemodellens variabler för plus- och medelgårdarna

Variabel	Plusgårdar	Medelgårdar
Vertikal infiltration	0,78 cm/h	0,43 cm/h
pH i matjorden	7,0	7,1
Sådatum	19 april	23 april
Medelsvamp	ca 1,2 %	ca 2,2 %

markprofilen men 0,1 pH-enhet lägre pH i matjorden. Plusgårdarna sådde 4 dagar före medelgårdarna, men hade egentligen 6 dagars försprång eftersom det tog två dagar längre tid för betorna att komma upp på medelgårdarna. Svampangreppen var omkring en procent lägre vid fältbedömningarna på plusgårdarna. Kontentan av tabell 1 är att den är en ganska tydlig illustration till varför plusgårdarna som grupp presterade högre sockerskördar än gruppen av medelgårdar.

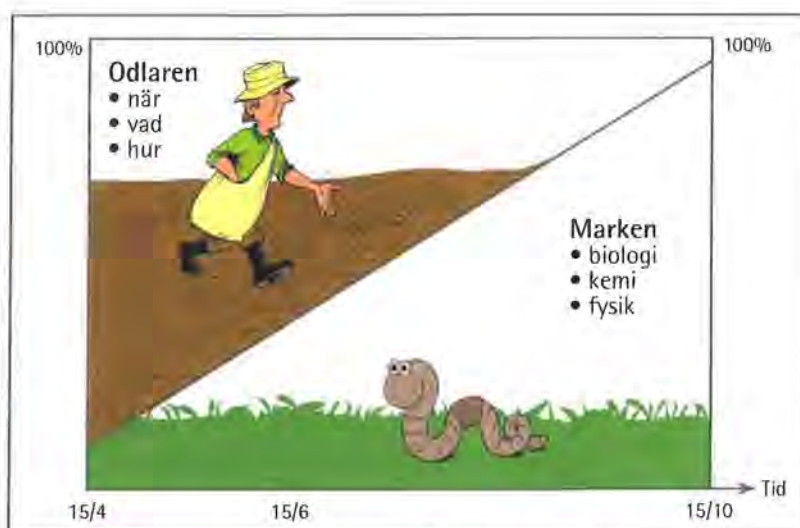
Omsatt i praktiken

Hur kan du då som betodlare använda dig av 4T-resultaten? Ett sätt att betrakta dem är att plocka in dem på en normal sockerbetsodlande gård på en normal sockerbetsjord enligt exempel 1.

Exempel 1 baserar sig på skörde-modellen med siffror och data från pargårdarna. Filosofin i parstudien var att vi inte ändrade någon faktor utan bara stod vid sidan av och studerade. Motsatsen var fältförsöken i 4T-projektet där vi aktivt försökte ändra någon faktor till sockerbetornas fromma. Om man ändrar sockerbetsodlingen ganska måttligt enligt resultaten från våra olika försöks-serier blir resultatet enligt exempel 2.

Odlare x jord = sockerskörd

En skicklig kirurg måste både ha en vass skalpell och veta hur han ska hantera den för att kunna operera. En duktig snickare måste både ha ett vettigt vattenpass och veta hur det ska användas för att kunna bygga med rätta vinklar. Slutresultatet inom olika verksamheter handlar i grund



Figur 1. Odlarens och markens relativa inflytande på tillväxt och skörd.

och botten om en kombination av träning, intresse och fallenhet hos utföraren och kvaliteten på instrumenten. Så är det också med sockerbetor.

I sockerbetornas fall handlar slutresultatet sockerskörd per hektar om en kombination av yrkesmannen odlaren och instrumentet jorden. Tillsammans ger odlaren x jorden slutresultatet sockerskörden. Nedkokat till sina beståndsdelar kan man säga att projekt 4T strikt sett handlade om just dessa två saker:

- jorden – att göra jorden trivsammare för betorna att växa i – genom rätt förfrukt, kalkad jord, ingen stubbearbetning, mellangrödor – vilket studerades i framför allt fältförsöken
- odlaren – att sköta den jord man har på bästa möjliga sätt – utnyttja rätt såtid, sträva efter hög genomsläpplighet, ha lågt skördespill – vilket studerades i framför allt parstudien

Bördighet och färdighet samverkar

Hur jord och odlare kan tänkas samverka och påverka tillväxt och skörd visas med en enkel tankemodell i figur 1.

Hur, när och vad som ska sås avgörs i första hand av odlaren. Dessa åtgärder styr huvudsakligen tillväxten tidigt på säsongen. Senare på

säsongen styrs tillväxten huvudsakligen av markens egenskaper. I jorden ligger en viss potential – bördighet – som odlaren kan förstärka eller försvaga med sina åtgärder. Klokka odlaråtgärder och en hög bördighet kan förstärka varandra, vilket resulterar i en mycket hög skörd. Odlarens åtgärder kan också delvis kompensera en låg bördighet och därigenom ändå nå upp i höga skördar. Den främsta slutsatsen från projekt 4T är att det som odlare är klokt att både öka sin jords bördighet och sin egen färdighet för att nå högre skördar och vara beredd för framtiden.

Odlarnytta av 4T:

- Använd skörde-modellen som vägvisare i din sockerbetsodling. God genomsläpplighet, högt pH, tidig sådd och lågt svamptryck leder mot högre sockerskördar
- Fältförsökens resultat visar att sockerskördarna kan öka med 10 procent om odlingstekniken allmänt skulle omfatta sockerbrukskalk, hög stubb och mindre stubbning samt rödklöver som mellangröda
- Odlaren och färdigheten avgör tillväxten tidigt på säsongen
- Jorden och bördigheten avgör tillväxten sent på säsongen

Låg skördeutveckling och stor variation

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Sverige låg sämst till i skördeutveckling under perioden 1980-2000 jämfört med elva europeiska grannländer. Och variationen i sockerskörd mellan enskilda svenska odlare i samma trakt är stor. Det betyder mer hur man odlar betorna än var man bedriver odlingen. Tillsammans var dessa fakta i målet både incitament och drivkraft för projekt 4T.

Upptakten till projekt 4T var en artikel i *Betodlaren* (nr 4/1996) med rubriken "Svensk betodling halkar efter". I den brandfacklan hävdades att Sverige hade kommit på efterkälken med avseende på sockerskördar vid jämförelse med ett antal europeiska sockerbetsodlande länder.

Riskabel jämförelse

En uppföljning gjordes för att bekräfta eller dementera farhågan att vi halkar efter, genom att skördeutvecklingen under åren 1980-2000 jämfördes i dessa länder. Det är ofta riskabelt att jämföra skördesiffror mellan olika länder eftersom siffrorna inte alltid uttrycker samma sak. I figur 1 baseras jämförelsen på de siffror som olika länder rapporterar in som den nationella sockerskörden av utvinnbart socker. Inte heller en sådan jämförelse är riktigt korrekt eftersom den bland annat inte tar hänsyn till olika upptagningsstider. Med denna reservation går det ändå att se ett mönster i figur 1 som uttrycker skördestegringen i kg socker per hektar och år i de elva olika länderna.

Britter och fransoser i topp

I toppen ligger Storbritannien och Frankrike. Dessa siffror bör tas med en nypa salt eftersom de under tidsperioden slutade att räkna med vändtegarna på sockerbetsfälten. Ett sådant beräkningssätt ökar givetvis hektarskörden på pappret, men inte i verkligheten. Icke desto mindre har de båda länderna ökat sina skördar kraftigt även i verkligheten. I Storbritannien har skördarna stigit genom bland annat bättre plantetablering som resultat av förbättringar i frökvalitet och såbäddar. I Frankrike har skördarna ökat genom att såtidpunkten har tidigare lagts flera veckor under perioden.

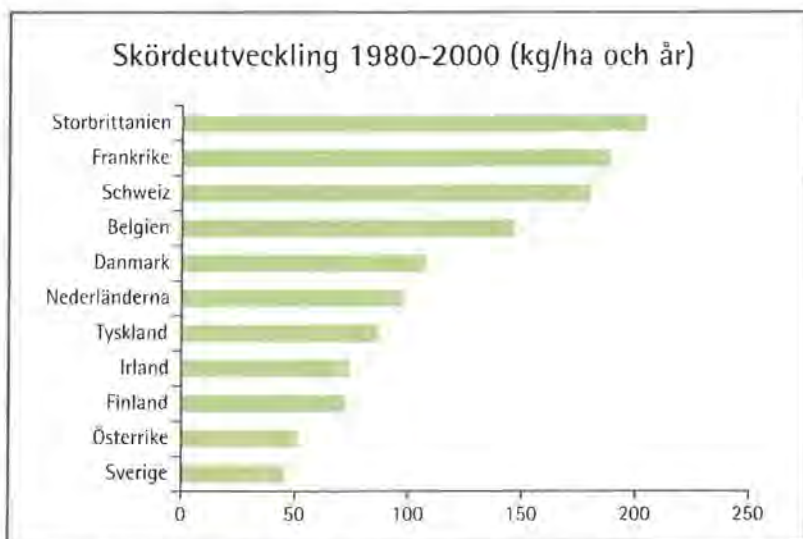
Sverige jumbo

Sverige intar i denna jämförelse en föga hedrande jumboplats i ligan.

Medan vårt grannland Danmark ökade sina skördar med 108 kg socker per hektar och år under perioden inskränkte sig den svenska öknings-takten till måttliga 46 kg socker per hektar och år. Vårt nordligare läge jämfört med Danmark går inte att anföra som förklaring. I Finland lyckades man nämligen trimma sina skördar med 73 kg socker per hektar och år. Det är 60 procent snabbare marscherat än i Sverige!

Liten skillnad på stort avstånd

Den andra drivkraften i projekt 4T var de stora skördevariationer mellan odlare som vi anade existerade. En grundlig genomgång av odlarstatistik på sockerskördar bekräftade detta. Detta har tidigare redovisats i *Betodlaren* (nr 1/1998) men en



Figur 1. Europeiska sockerligan. Guld och silver tillföll Storbritannien och Frankrike vad gäller stegring av sockerskördarna under 1980-2000. Till Sverige blev det ingen medalj. Med 46 kg socker per hektar i årlig ökningstakt hamnade vi längst ner på jumboplats.

snabb repetition kan vara på sin plats. Den svenska betodlingen delas in i 34 olika trakter. Odlingsförutsättningarna i jord och klimat inom dessa trakter är någotsånär liknande. Om man jämför området med högst sockerskörd (Kiaby-Vä) utanför Kristianstad med området med lägst sockerskörd (syd-sydöstra Gotland) finner man att skillnaden inskränker sig till måttliga 30 procent. Det är en mycket blygsam skillnad med tanke på hur odlingsförutsättningarna skiljer sig mellan dessa två områden. Och det är ändå den maximala skillnad som går att finna.

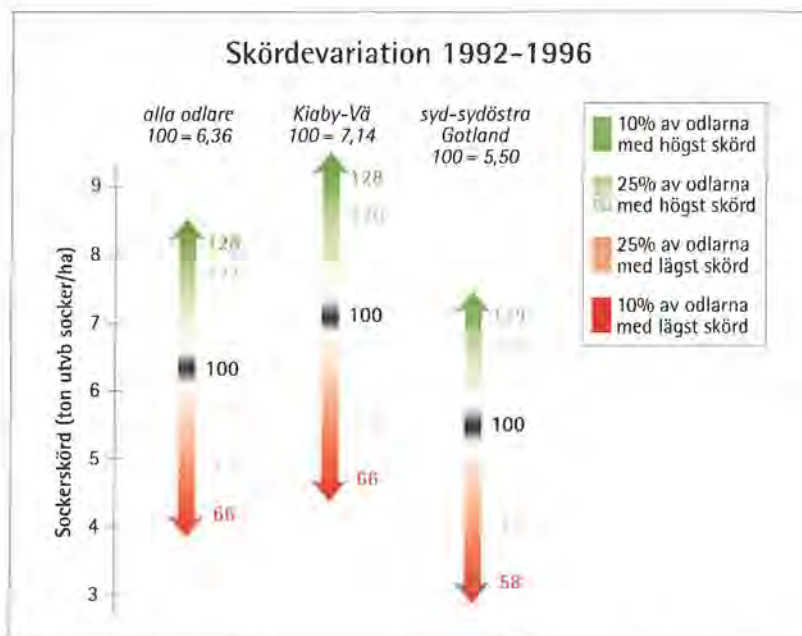
Stor skillnad på litet avstånd

Om man i stället kikar på hur variationen i skörd ser ut mellan odlare inom en och samma trakt framkommer en annan bild. Här är skörde-skillnaderna mycket större. Påståendet sammanfattas i figur 2 som visar medelskördar och spridning i skörd för perioden 1992-1996 i olika områden.

Till vänster i figur 2 finns spridningen mellan alla odlare. Den övre fjärdedelen odlare låg cirka 20 procent över och den nedre fjärdedelen cirka 20 procent under medeltalet. På motsvarande sätt låg den övre och nedre tiondelen cirka 30 procent över respektive under medeltalet. I dessa siffror döljs dock de stora skillnader i odlingspremissar som finns mellan gynnade och mindre gynnade trakter. I princip hade den övre kvartilen kunnat utgöras av de bördigare trakterna och den nedre kvartilen av de mindre bördiga trakterna. Så är dock inte fallet.

Hur är viktigare än var

Om man i stället i figur 2 studerar de två trakterna med högst och lägst skörd, finner man i stora drag samma spridning mellan odlarna inom dessa trakter. Med andra ord var spridningen mellan odlare i en och samma trakt större än den mellan olika trakter. De tio procenten odlare med högst sockerskörd i trakten med lägst sockerskörd (syd-sydöstra Gotland) når upp i medelskörden för trakten



Figur 2. Stor spridning. Medelskördar i ton utvinnbart socker per hektar samt relativskördar för den övre och undre fjärdedelen och den övre och undre tiondelen för samtliga odlare, trakten Kiaby-Vä och trakten syd-sydöstra Gotland under åren 1992-1996.

med högst skörd (Kiaby-Vä). De gårdsspecifika förutsättningarna tillsammans med sättet på vilket odlingen skedde, hade alltså större inflytande på skörderesultatet än i vilken trakt odlingen bedrevs. Annorlunda uttryckt betyder det mer hur man bedriver sin betodling än var

man bedriver den. Detta var incitamentet för projekt 4T. Om framgångsrecepten för gårdar med hög sockerskörd finge spridning till en större krets hade den svenska takten i skördeökning tagit ett raskt kliv framåt.

Provgårdar i parstudien

Huvudfrågan. Vad kan förklara stora skillnader i sockerskörd/ha på närliggande gårdar med likartade markförutsättningar? Undersökningar på sju gårdspär i 4T-projektet skulle ge svaret.



Viktig kartläggning av betans behov

Olof Hellgren och Hans Larsson – Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

Under kontrollerade förhållanden optimerades näringsupptagningen för betorna genom att hinder för tillväxt successivt undanröjdes. Den näringslösning som togs fram har i fältförsök höjt sockerskörden med 5-10 procent vid låga skördenivåer. Undersökningarna i klimatkammare på Alnarp visar också att sockerbetan kräver pH-buffring i marken eftersom den successivt sänker pH kring rötterna.

Växtens biomassaökning (= tillväxt) och därmed grödans avkastning är ett direkt resultat av växtens upptagning och omvandling av näringsämnen, koldioxid och vatten. Det som inte

kan tas upp kan naturligtvis inte omvandlas till biomassa. Detta gör upptagningen till det primära villkoret för tillväxt och därmed avkastning.

Precision kräver kunskap

Det borde vara självklart att först och uttröttligt försöka klarlägga växters behov av näringsämnen innan man försöker sig på att värdera alla de faktorer som kan tänkas påverka växtens upptagning av dessa näringsämnen. Trots allt är det så att ju mindre man vet om vilken näringsämnessammansättning ett växtslag vill ha, desto svårare är det att veta hur mycket man ska tillföra av enskilda näringsämnen. Ju högre precision man kräver på styrningen av odling desto högre precision krävs av de kunskaper som man måste ha. Precisions-

gödsling har blivit ett modeord inom odlingen. Men precisionsgödsling kräver nya metoder för att producera nya, behövliga kunskaper om växternas näringsbehov.

Första fasen

Precisionsgödsling måste innebära att näringsämnen tillförs växten med rätt mängd näringsämnen, vid rätt tillfälle, på rätt plats och under rätt omgivningsförhållanden.

Det första steget i precisionsgödsling bör vara att ge bästa näringsförhållanden för växternas initiala tillväxt. För att klargöra vilka villkor som måste uppfyllas och vilka förhållanden som måste råda måste först sockerbetsplantans behov av alla nödvändiga näringsämnen fastställas. Denna forskning kan inte göras i fält



Bild 1. Sockerbetsplantorna odlas under kontrollerade förhållanden i klimatkammare och tillförs näring genom kontrollerad titrering. I odlingsenheter (vänster) sprayas kontinuerligt näringslösning med mycket svag koncentration på plantornas rötter. De hänger fritt i luft i en rotbehållare som är åtskild från plantornas skott (mitt). Plantorna utvecklar fritt sitt rotsystem utan mekaniska hinder eller brist på lufttillförsel (höger).

Foto: Göran Nilsson, SLU

men är en absolut nödvändighet för att man ska kunna gå vidare. Dessutom måste kartläggningen av sockerbetans näringsbehov först göras under optimala betingelser. Först när man vet vad som gäller för optimala förhållanden kan man börja nysta upp hur mycket olika faktorer hindrar växtens upptagning av näring.

Kontrollerat upptag

Upptagningen av näringsämnen har två förutsättningar. För det första måste alla behövliga ämnen finnas närvarande i rätt mängd. För det andra måste de faktorer som hindrar växtens rötter från att komma åt och ta upp näringsämnena vara reducerade eller eliminerade. Näringsupptagningen är förmodligen den process som i fält omgärdas av flest hinder. Om man hade haft kunskap om och ständig kontroll över alla dessa faktorer som påverkar näringsupptagningen, så hade man också haft lösningarna. Motsägelserfulla resultat kommer att karaktärisera olika undersökningar just därför att okontrollerade och okända faktorer styr resultatet. Det är just kontrollen som är lösningen på problemet. Graden av kontroll på alla faktorer som spelar in avgör hur väl man kan lösa problemen. Om man utnyttjar metoder med tillräckligt hög kontroll över alla på-

verkande faktorer och arbetar i ett samspel mellan laboratorium och fält, kan man ta reda på rätt förutsättningar för näringsupptagningen utan den sedvanliga osäkerheten.

Metoder som minimerar och kontrollerar hinder

Vi har använt en metod som medger att i stort sett alla hinder i omgivningen kan antingen tas bort eller kontrolleras med hög precision (bild 1). Alla våra laboratorieexperiment har utförts i klimatkammar i Biotronen, Alnarp. Vi har med använd metod arbetat fram en näringsammansättning som vi kunnat kontinuerligt tillföra växten. Med sammansättningen har vi fått en så hög tillväxthastighet så att vi har kunnat bedöma den som i stort sett genetiskt maximal. Denna högsta tillväxthastighet innebar att sockerbetsplantan fördubblade sin biomassa på 1 dag och 9 timmar! Vägen mot denna tillväxthastighet har inneburit att vi successivt har minimerat diverse hinder. För varje hinder som minskats har alltså tillväxthastigheten ökat, tills vi inte längre hittat någon möjlighet att ta bort fler hinder och därmed ytterligare öka tillväxthastigheten. Detta kallas optimering. De hinder som minimerats har varit dagslängd, dvs ljusperiod, ljusintensitet,

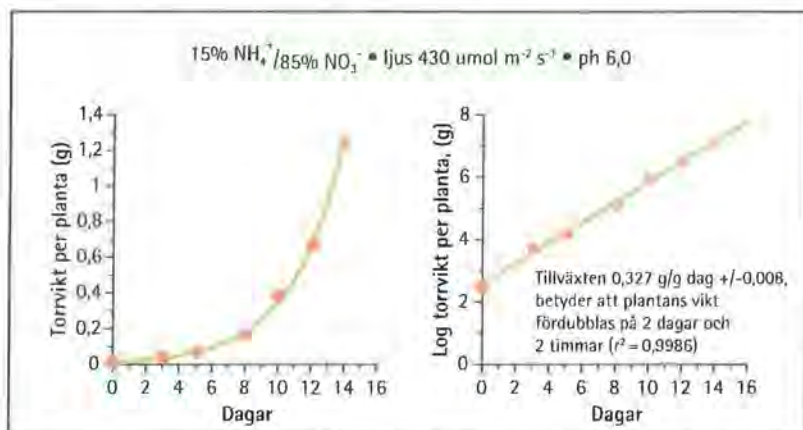
temperatur, saltkoncentration, kvävekälla, pH, lufttillförsel etc.

Hinder är inte konstanta

Det vanligaste sättet att beskriva ett hinder, som exempelvis temperatur, pH, ljusintensitet osv är att ange tröskelvärden. Ett värde anger det lägsta värde under vilket ingen tillväxt sker. Ett annat anger ett tröskelvärde för tillväxtens optimala nivå. Dessa begrepp avspeglar dock inte särskilt väl naturliga förhållanden, dels beroende på att få eller inga värden är stabila, dels på att växten inte är stabil utan kontinuerligt tillväxer och utvecklar sig. Denna kontinuerligt pågående process har därför inget statistiskt stabilt tillstånd utan måste beskrivas i ett så dynamiskt stabilt tillstånd som möjligt, dvs som ett system under ständig förändring. Våra resultat baserar sig på sockerbetsplantor som varit i mycket kontrollerade och konstanta fysiologiska tillstånd under hela den initiala tillväxtperioden (figur 1). Resultaten visar inte bara tillväxtkapaciteten utan säger också en hel del om den genetiska stabiliteten i sort- och plantmaterialet.

Betan försurar och kräver buffring

Ett känt faktum är att sockerbeta bäst odlas på jordar med pH över 6,5. På jordar under detta tröskelvärde blir tillväxt och avkastning sämre. Vad man inte vet särskilt mycket om är vilka aktiviteter som pågår mellan växt och jord. Vi har i våra experiment kunnat observera att sockerbetan åstadkommer en mycket kraftig försurning under upptagning av näringsämnen. Att växter försurar sin omgivning vet man. Särskilt har man noterat detta i en miljö bestående av ammoniumkväve. Det man inte vet särskilt väl är storleksordningen på denna aktivitet och vilket samspel denna har med jorden. Det visade sig i våra experiment att bästa tillväxthastigheten, dvs bästa upptagning av näringsämnen, endast kunde ske under en kontrollerat kraftig "neutralisering" av växtens försurning där

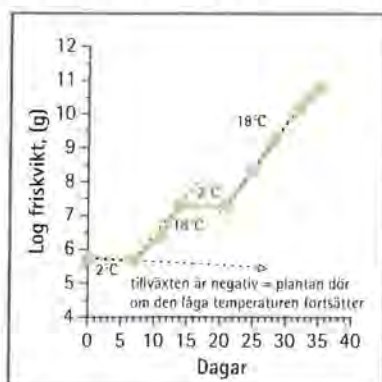


Figur 1. Växternas tillväxt i biomassaökning per dag (vänster). Den initiala tillväxten är exponentiell om den tillåts växa under dynamiskt konstanta förhållanden vad gäller näringsupptagning. Tillväxthastigheten är mycket stabil vilket framgår bäst om biomassaökningen anges som ränta på ränta, tillväxtkapacitet (gram per gram och dag) (höger). Korrelationskoefficienten (r^2) är i det närmaste 1, vilket är så nära en rät linje man kan komma, dvs en tillväxt av ett flertal plantor utan nämnvärda störningar.

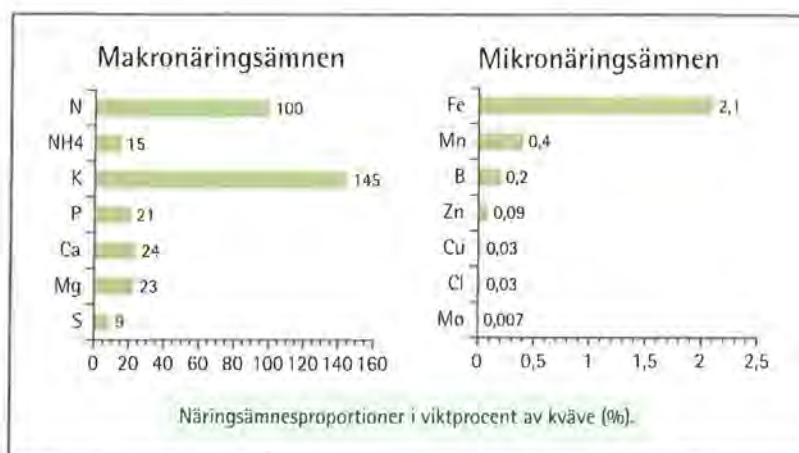
stora mängder bas kontinuerligt tillfördes. Detta tolkar vi så att växten förväntar sig att omgivningen ska ha en stor förmåga att snabbt "neutralisera" den försurning som rötterna åstadkommer. Kan inte omgivningen göra detta försämras växtens möjligheter till upptagning av näringsämnen, varvid tillväxten och därmed skörden försämras. Under förutsättning att denna "neutralisering" kunde ske kontinuerligt odlades sockerbetan i våra experiment i pH mellan 5,2 och 6,0. Det är alltså inte pH i ett visst ögonblick (eller måttillfälle) som avgör jordens kvalitet. Det är jordens förmåga att neutralisera plantornas försurande aktivitet som avgör jordens tillstånd. Eftersom pH-problemet är ett allvarligt hot mot avkastningen är det märkligt att så lite resurser satsas på denna problematik. Att kalka för att skydda sig utan att förstå de bakomliggande biologiska processerna är varken tillfredsställande i det kortsiktiga eller långsiktiga perspektivet.

Snabb temperaturanpassning

Temperaturen, liksom de flesta andra omgivningsfaktorer, är en synnerligen dynamisk företeelse. Att klargöra sockerbetsplantans temperaturkänslighet genom att studera tillväxten under konstanta temperaturer ger ganska oanvändbar information. Istället för att försöka kartlägga ett lägsta tröskelvärde för växternas



Figur 2. Sockerbetsplantans reaktion på växlingar i lufttemperaturen mellan 2°C och 18°C. I det här fallet visar plantan en snabb anpassning till den högre temperaturen efter en vecka i låg.



Figur 3. Optimala näringsproportioner för sockerbeta (sort: Hanna). Ämnens inbördes proportioner är relaterade till kväve som 100%. Vänstra figuren visar makronäringsämnen och den högra mikronäringsämnen.

tillväxt är deras förmåga att utnyttja och anpassa sig till temperaturvariationer betydligt intressantare. Våra försök att kartlägga sockerbetsplantans förmåga att utnyttja temperaturväxlingarna visade mycket intressanta resultat. Vi observerade att förmågan att efter en lång tid i låga temperaturer (som inte kunde utnyttjas för tillväxt) reagera på högre var mycket stor (figur 2). Låga temperaturer hör den tidiga tillväxten till. Det måste därför vara intressant att klargöra hur väl sockerbetsplantan kan utnyttja perioder med tillväxtbefrämjande temperaturer även om dessa kanske bara rör sig om några timmar. Att värdera daggrader är ett grovt mått som för den tidiga tillväxten kan ge mycket missvisande värden. För värdering av riskerna eller möjligheterna med tidig sådd är den dynamiska reaktionsförmågan till växlingar i temperaturen mycket viktig. Detta är också ett synnerligen dåligt utforskat område.

Optimal närings-sammansättning

Bättre kunskaper om sockerbetsplantans önskemål på näringsammansättning ger underlag för bättre näringsblandningar. Bättre näringsblandning öppnar dels möjligheter för precisionsgödsling, dels för ett bättre hushållande med gödningsmedel.

Våra experiment var inriktade på att fastställa en optimal näringsammansättning för sockerbetsplantans

tillväxt (figur 3). Sammansättningen anger den balans mellan olika näringsämnen som krävs under hela den period som man menar med tidig tillväxt. Problemet i praktiken är att skapa tillgång på denna sammansättning mellan näringsämnen för växterna under hela denna upptagningsperiod. Både mängd och sammansättning ska tillgodoses.

Från laboratorium till fält

Vägen från det grundläggande forskningsarbetet i laboratoriet med att fastställa optimala näringsproportioner till fält och praktiska konsekvenser för odlingen kan delas in i olika faser (bild 2). Varje fas innehåller ett visst mått av kontroll på odlingsvillkoren med den absolut högsta kontrollen i den första fasen. Nästa fas bestod i att tillföra näringsämnen i optimala proportioner till sockerbetsplantor i jord under kontrollerade klimatförhållanden. I jord från 3 provtyper från de 14 pargårdarna i 4T-projektet odlades sockerbetsplantor med och utan tillskott av näringsämnen i optimala proportioner. Som jämförelse användes också ProBeta NPK. Samtliga led med tillskott av näring fick en mycket kraftig tillväxt. Inga systematiska skillnader kunde observeras mellan de olika pargårdarna oberoende om de angivits som plus- eller medelgårdar. Detta tyder på att



Foto: Göran Nilsson, SLU

Bild 2. Våra forskningsmetoder kan delas in i fyra faser, där fas ett omfattar laboratorieexperiment med mycket kontrollerade förhållanden och plantor i mycket kontrollerade tillstånd. Fas två och tre innefattar odling av plantor i jord i klimat-kammare. Fas fyra innebär försök i fält där resultaten från experimenten under kontrollerade förhållanden valideras.

jordarnas produktionsförmåga i grunden inte skiljer sig nämnvärt åt.

Den sista fasen i forskningsarbetet har varit de fältförsök med tillskottsnäring som genomförts i Daniscos och senare i SBU:s regi. Vi har satt samman en optimerad näringsgiva för tidig tillväxt, som jämfört med normalgödslingen varit mer eller mindre försumbar. Denna näringsgiva ska vara en del ingående i den totala gödslingen utlagd med hög precision, dvs rätt mängd och sammansättning vid rätt tidpunkt, rätt plats och vid rätt omgivningsförhållanden.

Resultaten visar så långt på en klar förbättring av avkastningsresultatet om odlingsvillkoren varit mindre gynnsamma, trots att gödning inte varit korrekt anpassad för fältbruk och trots att den inte varit utlagd under gynnsamma omgivnings-

förhållanden. Vid skördenivåer under 10 ton utvinnbart socker per hektar har tillskottsnäringen nämligen givit positivt resultat med mellan cirka 5 och 10 % högre sockerskörd (tabell nedan). Det är vår fulla övertygelse att en finslipning i att anpassa och vidareutveckla tekniken kommer att ge goda resultat – men främst tillsammans med en utveckling av hela konceptet precisionsgödsling.

Slutsatser

Laboratorieexperimenten med att fastställa optimal näringsammansättning för den tidiga tillväxten visar att växtens önskemål på näringsämnen kan fastställas, men framförallt visar experimenten hur växtens samspel med omgivningen bör vara för att bästa tillväxt och utveckling ska kunna ske. Denna information är helt ny och kan leda till

ett helt nytt angreppssätt på hur odlingsförhållandena påverkar växternas tillväxt och därmed avkastning.

Resultaten från laboratorie- till fältförsök visar att precisionsgödsling kan utvecklas mot både en bättre sammansättning och en effektivare användning av näringsämnena.

Den enkla logiska konsekvensen av resultaten är att den lantbrukare som kan förse sina plantor med bäst näringsblandning och bäst förhållanden för upptagning av näringsämnen kommer att lyckas bäst.

Skörderesultat, ton utvinnbart socker/ha med tillskott av näringsgiva sprayad i såraden

(Försöken utfördes i fält där odlaren gödslar som vanligt.)

	Hög skördenivå, 3 försök	Låg skördenivå, 3 försök
Obehandlat	10,4	8,4
Näringsgiva 1	10,2	8,8
Näringsgiva 2 ("optimal")	10,4	9,1
Näringsgiva 3	10,5	8,8
Minsta signifikanta skillnad	0,3	0,4

Odlarnytta av 4T:

4T

Forskningen i klimatkammare på SLU i Alnarp visade att:

- Sockerbetans tillväxtkapacitet kan förbättras avsevärt genom rätt näringsproportioner
- Optimerad växtnärlösning vid sådd kan höja sockerskörderna 5-10% utöver grundgödsling vid låga skördenivåer
- Sockerbetorna sänker pH runt roten och kräver hög pH-buffring i marken
- Sockerbetorna kan snabbt anpassa sig till höga temperaturer efter kalla perioder

Dräneringen är eftersatt

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

En fungerande täckdikning är grunden i en framgångsrik växtodling. Dessvärre är dräneringen långt ifrån bra i alla sockerbetsskiften. Det visade både betfält och frågekort sommaren 1998.

På frågekortet 1998 ställde vi frågan hur dräneringen hade fungerat på innevarande års betfält. Rent allmänt är vi intresserade av hur stor del av sockerbetsarealen som har en vettig dränering, eftersom bra täckdikning är en av de viktigaste grundförutsättningarna och villkoren för att framgångsrik växtodling ska kunna bedrivas. Sen råkade 1998 bli ett blött år och det fanns ganska gott om skiften som växte dåligt och gulnade tidigt. I vissa delar av odlingsområdet gick det riktigt illa, och ett icke föraktligt antal hektar i nordvästra Skåne och södra Halland drabbades så hårt att de i slutänden fick undantas från 92-procentsregeln. På dessa arealer förhindrade helt enkelt syrebristen i marken betrötterna från att växa. Det visade med all önskvärd tydlighet att markens avvattning är A och O för att växterna ska trivas.

Både bra och dåligt

Svaret på frågan om dräneringssituationen visas i figuren bredvid. Cirka 85 procent av odlarna svarade på frågan. Procentsatsen på y-axeln gäller andelen av arealen hos dem som svarade.

På ungefär hälften av arealen, de två staplarna längst till vänster, angav odlarna att dräneringen fungerade mycket bra eller bra under 1998. Det är glädjande och inte mycket att kommentera. På dessa betfält märktes säkert få tecken på dålig avvattning under förra året.

På de tio procent av fälten som



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Blött om fötterna. När dräneringen inte fungerar blir det blött om fötterna för sockerbeterna.

representeras av de två staplarna längst till höger var dessvärre inte situationen lika ljus. På dessa skiften fungerade dräneringen ganska dåligt eller dåligt enligt odlarna. Där innebar den höga nederbörden 1998 en påfrestning på marken som alldeles säkert drog ner skörderesultatet.

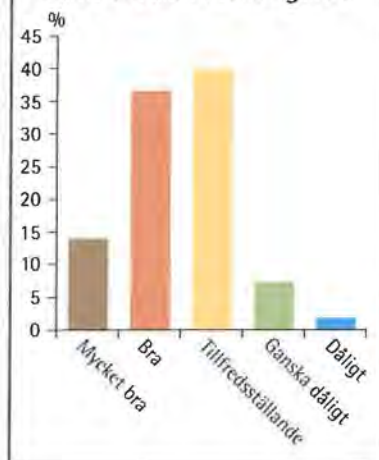
Tio procent av den svenska betarealen motsvarar cirka sex tusen hektar och det är alldeles för mycket. Arealen med dränering som fungerar ganska dåligt eller dåligt borde vara noll hektar och inget annat.

Gråzon i mitten

I gråzonen mellan dessa båda grupper finns 40 procent av 1998 års betareal vars brukare angav dräneringssituationen som tillfredsställande. Som man ropar får man svar

brukar det heta och i det här fallet blir det tydligt, eftersom tillfredsställande är ett ganska dimmigt begrepp.

Hur har dräneringen på 1998 års betfält fungerat?



Och då är det plötsligt fritt fram för tolkningar.

Den som är tillfreds med något är ju nöjd. Därmed skulle allting ha varit frid och fröjd på dessa 40 procent av arealen. Personligen är jag rätt övertygad om att man tvärtom borde göra en något mindre optimistisk tolkning av ordet tillfredsställande. Jag kan tänka mig att situationen är något sånär OK men inte bra. Då blir läget inte riktigt lika gott. I så fall skulle halva betarealen under 1998, de tre staplarna till höger, vara i behov av förbättring med avseende på avvattning från skiftena.

Oberoende av hur man tolkar ordet tillfredsställande verkar det finnas gott om utrymme för förbättringar för att göra livet lättare för sockerbetorna. För en sak är säker – det räcker inte med att dräneringen är halvbra om man ska nå höga skördar.

Den viktigaste länken i kedjan måste vara i topptrim om man ska utnyttja hela produktionspotentialen på fältet.

Dränering ökar bördigheten

Grunden för höga och säkra skördar är nämligen att jorden har rätt förhållande mellan luft, vatten och fasta markpartiklar. Där är dräneringen en av hörnstenarna. Den gör att rötterna får livsluft, grödan växer bättre och skördeökningen brukar inte låta vänta på sig. På väl-dränerade skiften kan vårbruket dessutom börja tidigare och upptagningen kan ske under torrare förhållanden. Båda tidpunkterna är nålsögon i sockerbetsgrödan. En tidig sådd på ett dränerat och upptorkat skifte ger sockerbetorna möjlighet att utvecklas tidigt. Det framgick med all önskvärd tydlighet i våras, när betorna som såddes under goda förhållanden i påskhelgen fick en helt annan start och tillväxt än de som såddes i det andra vårbruket i slutet av april. Men torra förhållanden vid skörd är lika viktigt. Inte minst i en gröda som sockerbetor som ibland tas upp när höstregnen har gjort leran till välling.



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Problemet... På detta skifte med eftersatt dränering i nordvästra Skåne ville sockerbetorna inte växa alls under 1998.

Eftersatt grundförbättring

Under 1960-, 70- och 80-talen dränerades cirka 15-20 tusen hektar per år i Sverige. Med avregleringar, dålig lönsamhet och bristande framtidsstro sjönk den siffran drastiskt i början av 90-talet.

– Några år var siffran nere på 500 hektar per år. Nu har den stigit till cirka 2-3 tusen hektar igen, berättar Jan Lindström på Institutionen för markvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Han anger kostnaden för dränering med 16 meter mellan grenledningarna till mellan 10 och 15 tusen kronor per hektar beroende på stenförekomsten. Men sen håller det ett tag.

– Räkna med mellan trettio och femtio år, säger Jan Lindström.

Om dräneringen är en lönsam affär avgörs i slutänden i det enskilda fallet av skördeökningens intäkter kontra kostnaden för dräneringen. Där kommer faktorer in som ränteläge, inflation, avskrivningstid, skattemässig situation och så vidare. Som växtodlare kan jag bara konstatera

att dräneringssituationen i många betfält är eftersatt och att höga och jämna skördar bara nås när avvattningen fungerar. Så om pengarna finns – gräv ner dem i marken!



Foto: Jens Blomquist, SBU.

...och lösningen. Skiftet hade mått väl av att få besök av den här maskinen.

Växtföljden viktig för betjordens svampsmitta

Berndt Gerhardson – Enheten för växtpatologi och biologisk bekämpning, SLU

Alla våra odlingsmarker kryllar av livsformer, mest osynliga mikroorganismer, men också en hord av smådjur och maskar. De allra flesta är nyttiga eller i varje fall harmlösa. Men ett litet fåtal, betornas jordburna skadegörare – är aggressivt ute efter våra betor. De äter, infekterar och suger ut rötter, skott, blad, och/eller fröer så att plantorna dör eller blir efter och skörden minskar.

Inom projektet 4T har vi i ett mindre delprojekt försökt klarlägga olika fakta om de jordburna svampskadegörarna på de ingående pargårdarna. Huvuddelen av experimenten har utförts av växtdoktorerna Tahsein Amein och Lars Persson samt kvartärgeolog Siv Olsson och delar av våra resultat och resonemang presenteras kort här.

Odlingen reglerar smittan

Vi valde att begränsa oss till jordburna sjukdomar eftersom dessa:

- har fått förhållandevis lite uppmärksamhet om vi undantar *Rhizomania* under senare år
- är svåra att bekämpa kemiskt
- sällan hindras av resistens hos använda betsorter.

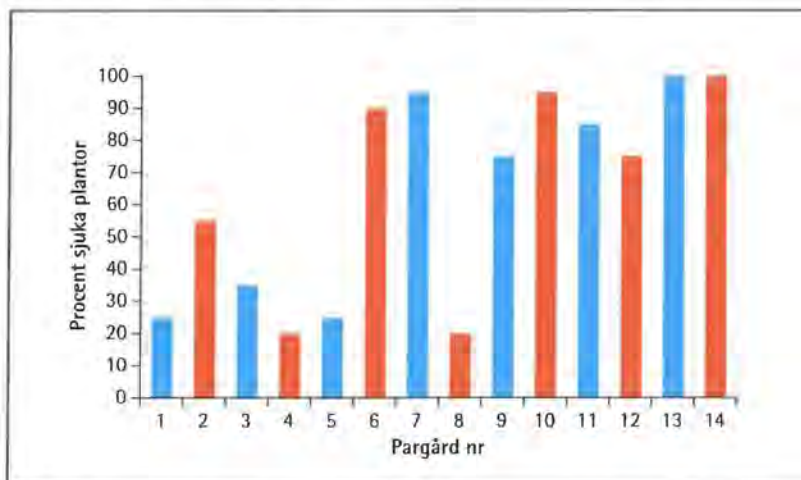
Det kommer i stället an på odlaren att genom odlingsåtgärder antingen stänga dem ute från odlingsmarkerna – vilket tyvärr sällan låter sig göras – eller att hålla marksmittan på så låg nivå som möjligt. Det går visserligen att ibland minska angreppen med kemiska medel, tex genom fröbehandlingar, men det går

oftast inte att specifikt slå ut typiskt jordburna sjukdomsframkallare, vilket vi ibland kan göra med blad- och skottpatogener. I stället är växtföljden oftast vårt kraftfullaste verktyg för att hålla de jordburna svamparna under kontroll.

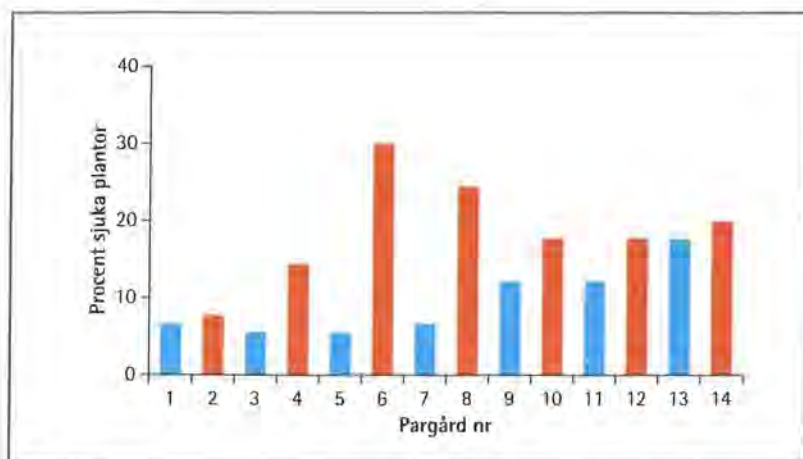
Algsvampar dominerade

Vi började med att samla betplanter och jordprover från pargårdarnas provtytor. Från uppgrävda rötter isolerade vi angripande svampar och jordproverna höllde vi i krukor för analys av smittoinnehåll. Genom att så betor i krukorna och placera dem under gynnsamma växthusbetingelser, kunde vi dels isolera infekterande svampar, dels få en uppfattning om mängden jordsmitta uttryckt som procent sjuka testplanter. Vi isolerade en mängd svamparter, men när vi smittade friska betplanter visade sig bara ett tiotal av dem vara klart sjukdomsframkallande på beta. Vanligast bland dessa var några arter av

släktena *Pythium* och *Aphanomyces*. Att dessa algsvampar – som vi nu vet egentligen är alger och inte svampar – och särskilt att *A. cochlioides* var så dominerande var delvis överraskande. Vi fann också något överraskande att *P. sylvaticum* och inte *P. ultimum* var dominerande rotbrands-svamp. Dessa rön avviker från resultat från sydligare undersökningar och är möjligen klimatbetingade "nordliga" fenomen. Utöver dessa isolerade vi också patogener från flera äkta svampsläkten, bl a *Rhizoctonia*, *Fusarium* och *Phoma*, men inte lika allmänt och inte från samtliga pargårdar. De vi isolerade var dock ofta lika starkt patogena som algsvamparna, men åtminstone på de provtytor där de var närvarande, var de alltså betydligt mindre frekventa än dessa. I fortsatta undersökningar kommer vi att gå ut bredare och möjligen hitta mer av *Rhizoctonia* och *Fusarium* och kanske också *Phytophthora* som vi isolerade enstaka gånger.



Figur 1. Procent *Pythium*- och *Aphanomyces*-angripna betplanter i växthuset av jordprover från pargårdarna insamlade i juni 1999. Staplarna visar resultaten vid slutavläsning fyra veckor efter sådd.



Figur 2. Procenten påvisade rotbrandsinfekterade plantor totalt från testade pargårdar (blått för plusgård och rött för medelgård) i fält- och i växthusexperiment år 2000.

Mycket smitta vid test

Vi hittade *Pythium*- och *Aphanomyces*-smitta på samtliga pargårdar och starkt patogena *Pythium*-arter fanns i alla insamlade jordprover. Angreppen varierade dock mellan olika fält och också mellan åren. Figur 1, som visar procent infekterade testplantor efter sådd av betor i jordprover samlade från pargårdarna våren 1999, ger en uppfattning om infektionstryck och variationen i smitta. En del av variationen torde bero på att algsvamparna ofta angriper fläckvis och att vi bara undersökte provytorna – inte hela fält – men mängden smitta är sannolikt ändå ganska fältspecifik. Generellt sett och vid sammanställning av samtliga isoleringar år 2000, då vi gjorde både tidiga och sena avläsningar, fann vi att de uttagna plusgårdarna hade något lägre rotbrandsangrepp än medelgårdarna (figur 2). Dessa resultat ger indikationer om att påverkbara faktorer såsom växtföljd, markbehandling, såtid etc. har betydelse inte bara för *Aphanomyces*-angrepp – vilket är väl känt sedan länge – utan också för rotbrand orsakad av *Pythium*-svampar. Dock, eftersom vi i 4T-projektets parstudie inte fann klara skillnader vad gäller växtföljd eller tex mark-pH mellan plus- och medelgårdar, tror vi att andra påvisade skillnader, bl a i jordarnas vatten genomsläpplighet och i såtid/förhåll-

landena vid sådd här främst har haft inverkan.

Växtföljden betyder mycket

För jordburna patogener med bred värdkrets, tex *Pythium* och en del andra smittor som inte specifikt angriper sockerbeta utan många grödor, kan vi sällan svälta ut smittan genom att ha långa avbrott mellan mottagliga grödor. Har de dessutom, som *Pythium*-svamparna, förmåga att överleva på allehanda döda växtdelar (god saprofytisk förmåga), blir detta omöjligt. För andra svampar som bara kan angripa en eller några få värdväxter, som tex *A. cochlioides* har växtföljden däremot stor betydelse, särskilt om patogenen – som denna – har dålig saprofytisk förmåga. Varje gång vi odlar sockerbetar på fältet uppförökas sådan smitta ofta drastiskt – förutsatt att svampen finns närvarande i jorden och att väder eller andra faktorer inte är hämmande. Smittan i form av sporer (ofta miljontals per rot) blir sedan kvar i jorden och odlar vi sockerbetar igen innan spormassan hunnit brytas ned, ökar risken för svåra angrepp ytterligare. Ju oftare vi återkommer med sockerbetar på sådana fält desto högre blir alltså risken. Vi känner igen fenomenet från ärtodlingen och ärtrottrötan, där bl a Findus AB för sin kontraktsodling av konservärter föreskriver vissa år mellan ärtgrödorna i växtföljden, och också testar fälten för smitta före sådd för

att kunna sortera bort högriskfält. Rottrötorna på ärt och på sockerbeta har dock inget samband. Ärtrottrötan orsakad av *Aphanomyces euteiches* kan inte angripa sockerbeta och den *Aphanomyces cochlioides* som angriper sockerbeta kan inte angripa ärt. Svamparna har visserligen vissa taxonomiska och fysiologiska likheter, men som betodlare finns det ingen risk att ärtrottrötesvampen kan angripa dina sockerbetar.

Sjukdomshämmande jordar

Att de jordburna betsjukdomarna inte är ett ännu större gissel för oss, beror sannolikt på att alla icke-steriliserade jordar utövar en större eller mindre hämmande effekt på de jordburna smittorna. Oftast är denna effekt inte särskilt märkbar, men i enskilda fall och inom vissa större områden med likartade jordtyper kan hämningen vara mycket markant. Inte ens när vi tillför stora mängder smitta (1000-tals sporer per gram jord) till sådana jordar får vi märkbara sjukdomsangrepp. Dessa jordar benämner vi därför sjukdomshämmande. På sådana klart hämmande jordar kan vi utan risk odla mottagliga grödor betydligt oftare än på icke-hämmande. Smittan uppförökas dåligt och den som uppförökas kommer inte till uttryck i starka angrepp. Eftersom vi tidigare i samarbete med Findus R&D AB påvisat starka sjukdomshämningar mot ärtrottröta (*A. euteiches*) i vissa skånska jordar ställde vi oss frågan om denna hämning också gäller för den närstående patogenen *A. cochlioides* som angriper sockerbeta. De resultat vi har från tester av detta tyder på att: Ja, så är fallet. Men ett problem i sammanhanget är att i Lars Perssons genomförda tester visade sig den naturliga smittan av *A. cochlioides* vara förhållandevis hög även i vissa hämmande jordar. Han har därför ställt sig frågan huruvida vi i vissa sockerbetsodlande områden har överutnyttjat denna goda jordegenskap genom alltför intensiv odling – korta uppehåll mellan betgrödorna – under lång tid så att sjukdomshämningen delvis är satt ur spel. För ett

klart svar på detta krävs dock fortsatta tester och vi planerar att genomföra sådana och också försöka klargöra mer om hämningens bakgrund, som är komplicerad och långt ifrån utredd. Hämningen har med jordens mikroflora att göra, men även andra markfaktorer som t ex jordarnas lermineralogi tycks ha stor betydelse.

Väder och odlingsfaktorer påverkar

De tre ovan berörda faktorerna – förekomsten av aggressiva patogener, hög marksmitta och frånvaro av sjukdomshämning i jorden – är de grundförutsättningar som ger patogenerna en god chans. Men angreppen behöver inte alltid bli besvärande även om dessa förhållanden är för handen. Är vädret direkt ogynnsamt för patogenerna och plantorna i mycket god tillväxt kan angreppen ändå i stort sett utebli. Däremot vet vi att kallt och fuktigt väder, frekventa insektsangrepp, liksom dålig planttillväxt gynnar *Pythium*-orsakad groddbrand, som överhuvudtaget inte brukar förekomma efter att plantorna har blivit 10-15 cm. I motsats till vad som gäller för *Pythium* brukar varmt väder, men särskilt en hög markfuktighet – speciellt vattenmättad jord under ett dygn eller mer – gynna *Aphanomyces*-angrepp, som normalt blir synliga något senare än *Pythi-*



Foto: Robert Olsson, SBU

Sena angrepp. Om betan överlever de tidiga angreppen och vädret gynnar den fortsätter algsvampens strypmanöver under säsongen. Även andra svampar får en inkörsport och i augusti kan man hitta betor som har insnörda och mörkfärgade partier under nacken.

um-angreppen. Angreppen av *Aphanomyces* kan dessutom bli besvärande och fortgå under hela odlings-säsongen. De synliga *Aphanomyces*-symptomen ovan jord på äldre planter är då oftast att betorna blir små och att bladen efterhand gulnar. Sett ur dessa "gynnandeperspektiv" tycks alltså noggrann såbäddsberedning, noggrann sådd och val av rätt "såfönster" även indirekt genom att påverka svampangreppen utgöra viktiga skördehöjande odlingsfaktorer.

Säkrare förlustsiffror kommer

Vi har fortfarande svårt att ange ordentliga procent- eller kilosiffror när det gäller att ange hur stora skörde-förluster de jordburna svampsjukdomarna förorsakar inom sockerbetsodlingen. Särskilt gäller detta om vi frågar oss vad enskilda svampsjukdomar betyder. Den inom 4T-projektet framtagna skördemodellen ger viss vägledning – varje procents tidiga angrepp av svamppatogener (upp till 3,5%) minskar sockerskörden med 400 kg per hektar – men modellen behöver valideras (bekräftas) och begreppet svamppatogener behöver alltså ytterligare analyseras. Viss vägledning vad gäller skördepåverkan har vi oväntat fått genom att vi sett direkta, momentana effekter av kalkning på särskilt *Aphanomyces*-angrepp. Observationer och sjukdomsavläsningar i fält visade att kalkning på våren signifikant minskade infek-

tionen av *A. cochlioides* och uppföljande, klarläggande växthusexperiment bekräftade denna kalkens verkan. Det är dock i dagsläget svårt att skilja på vad kalkens indirekta strukturförbättrande och direkt skördehöjande effekt betyder i förhållande till dess sjukdomshämmande effekt. Dessa frågor, liksom direkta mätningar av skördarna i parceller där vi rigoröst bekämpat de jordburna patogenerna ingår som delar i de fortsatta undersökningar som nu planeras. Sockerbetornas jordburna svampsjukdomar har alltså visat sig vara så betydelsefulla – och spännande – att vi tillsammans med SBU beslutat om vissa fortsatta undersökningar.



Foto: Robert Olsson, SBU

Tidiga angrepp. Algsvampen Aphanomyces cochlioides angriper betans hypokotyl som mörkfärgas och snörs av så att vatten- och näringstransport till bladen stryps. Ibland går angreppen upp på hjärtbladen.

Odlarnytta av 4T: 4T

Sockerbetsodlingen skyddas bäst mot angrepp av *Aphanomyces* genom:

- växtföljd med mer än tre år mellan betorna
- sjukdomshämning genom t ex kalk och högt pH
- dränering och en porös jord som inte tillåter stillastående vatten på fälten
- låga insektsangrepp som annars kan bli inkörsportar för algsvampen

Öka skörden med mer vall

Vallens värde varar

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling och Hans Larsson – Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp



Foto: Jens Blomquist, SBU

Från ovan. Förfruktsförsöken krävde mycket i både tid och rum. Förberedelserna började två år före sockerbetsåret när höstspannmålen såddes. Stort utrymme behövdes eftersom varje försök var nästan 1,5 hektar stort.

En ettårig grönträda med rödklöver och gräs höjde sockerskörden med sju procent eller 560 kg socker per hektar jämfört med höstvetet som förfrukt. Dessutom steg bördigheten i jorden genom att både dagmaskarna ökade och vattengenomsläpplighet förbättrades. För betodlaren blir det en tusenlapp över per hektar om grönträda ersätter etanolvetet på den uttagna arealen.

Förfrukten betyder mycket för sockerbetorna. Det vet alla. Men

vad består egentligen förfruktsvärdet av?

Minst tre effekter

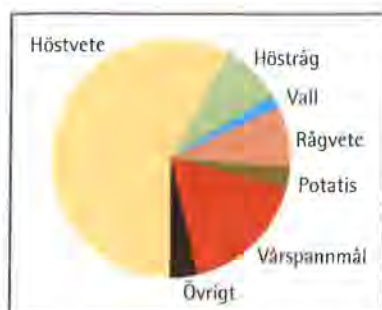
Det finns flera komponenter i förfruktsvärdet. Tre vanliga delar som man brukar tala om är effekter av:

1. växtskydd
2. växtnäring
3. struktur

Den viktigaste delen brukar man ofta säga är växtskyddseffekten. Sockerbetorna är inte släkt med så många andra kulturväxter på åkermark. Därför blir växtföljden – dvs hur ofta sockerbetorna återkommer

på fältet – ofta viktigare än förfrukten för sockerbetor med avseende på till exempel rotbrandssvampar. Den andra komponenten – närings-effekter – kan vara mycket viktig. Så är till exempel fallet när ärt och bönor lämnar luftfixerat kväve i marken till efterföljande gröda. Struktureffekter slutligen, är till exempel när en flerårig vall har förbättrat markstrukturen genom tillförsel av stora mängder organiskt material.

I Tyskland har försök med den djuprotade lusernen före sockerbetorna visat goda effekter på sockerskörden.

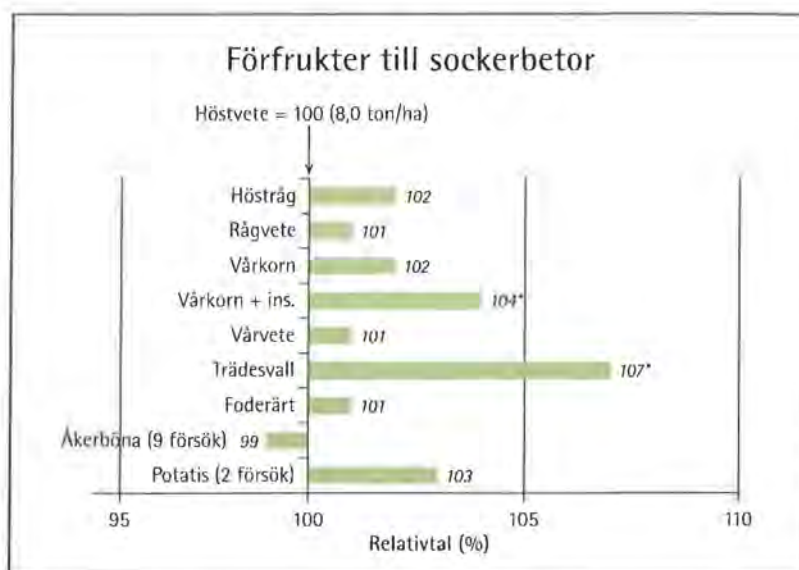


Figur 1. Fördelning av förfrukter till sockerbetor enligt frågekorten 1999.

Stor dominans av höstvete

I den svenska betodlingen dominerar spannmål stort som förfrukt. I figur 1 visas hur de olika förfrukterna till sockerbetor fördelade sig enligt uppgifter på frågekorten sommaren 1999. Höstvete var förfrukt på nästan två tredjedelar av arealen. Tillsammans med övrig höst- och vårsäd utgjorde spannmål förfrukter på över 90 procent av sockerbetsarealen.

Sockerbetornas förfruktsvärde till efterföljande spannmål värderas som regel högt på grund av bland annat den kväverika blasten. Förfruktsvärdet av sockerbetor har undersökts ganska väl under ett flertal år, men hur sockerbetor reagerar på olika förfrukter var däremot inte belyst speciellt väl sedan 1950- och 1960-talen. Därefter somnade tydligen frågeställningen om förfrukter av, efterhand som andra spörsmål satte



Figur 2. Sockerskördar 1999-2001 i elva förfruktsförsök, höstvete = relativt 100 (8,0 ton/ha).

dagordningen i utvecklingsverksamheten. Av den anledningen lades en ny försöksserie ut inom ramen för projekt 4T, där syftet var att undersöka olika arters värden som förfrukter till sockerbetor. Försöksplanen framgår av tabellen.

Två års förberedelser

Etableringen av förfrukterna började två år före sockerbetsåret, då höstspannmålen såddes. Följande vår fortsatte etableringen av de vårsådda förfrukterna. Man får med andra ord ha gott tålamod om man ska syssla med förfruktsfrågor. Det första året

med sockerbetor 1999, odlades dessa vid en och samma kvävegiva på 100 kg N per hektar. De följande två åren delades varje parcell upp så att halva ytan fick den fasta kvävegivan på 100 kg N per hektar, medan vi tog ut svängarna lite mer när kvävegivan varierades i den andra halvan enligt tabell 1. Kvävegivan till sockerbetorna radmyllades vid sådd i alla led. Skörderutorna såddes varje år 1999-2001 med Monturbetat frö, men de två sista sockerbetsåren såddes dessutom försöken med obetat frö, med Montur- och svampbetat frö (Euparen + Tachigaren) samt med Gauthobetat frö (60 g imidakloprid).

Gröntrådan bäst

Sockerskördarna efter de tio olika förfrukterna i medeltal av de två olika kvävegivorna visas som relativt i figur 2.

Efter tre år och elva skördade försök var det två förfrukter som utmärkte sig för säkert högre skördar jämfört med mätaren höstvete. Det var korn med rödklöverinsädd samt gröntrådan med rödklöver och gräs. I dessa båda led ökade sockersköörden med 320 respektive 560 kg socker per hektar. Men också övriga förfrukter som höstråg, rågvete, vårkorn och vårvete ledde året efter till högre sockerskörd jämfört med höst-

Försöksled och behandlingar i serien Förfrukter till sockerbetor

Förfrukter	Kvävegivor kg N/ha
Höstvete	100/120
Höstråg	100/120
Rågvete	100/120
Vårkorn	100/120
Vårkorn + insädd rödklöver	100/85
Vårvete	100/120
Gröntråda (30 % r-klöver/70 % gräs)	100/60
Foderärt	100/85
Åkerböna*	100/85
Potatis**	100/85

* på tre försök med lerjord SV Skåne

** på ett försök med lättjord NO Skåne



Figur 3. Radtäckning i sockerbetorna, efter åtta olika förfrukter i försöken, första veckan i juli.

vete. Åkerböna som förfrukt var bra det första året 1999, sackade efter år 2000 och var av någon anledning en usel förfrukt 2001. I dessa försök på lerjord var därför åkerböna i medeltal inte någon lyckad förfrukt. Potatis var bättre. Tyvärr fick vi bara två års försöksskördar efter potatis eftersom det tredje årets försök på lättjorden blev förstört av betcyst-nematoder.

Försprång på sommaren

Det var alltså ledet med gröntråda som vann tävlingen om bästa förfrukt. Att så skulle bli fallet gick att ana redan tidigt på säsongen, när grönträdesledet hade en rejält mycket större blast som kunde fånga in

solens strålar. Skillnaderna i radtäckning mellan de olika förfrukterna framgår av figur 3.

Tolkningen av figur 3 är att sockerbetorna redan under sommaren aviserade sitt välmående genom en kraftigt utvecklad blast. Tidig radtäckning är viktigt – det vet vi sedan gammalt – och det var alltså en av orsakerna till att gröntrådan tog hem förstaplaceringen.

Hög infiltration i marken

Men tidig och hög radtäckning är ändå bara en effekt och ingen orsak. För att försöka förstå var den skör-

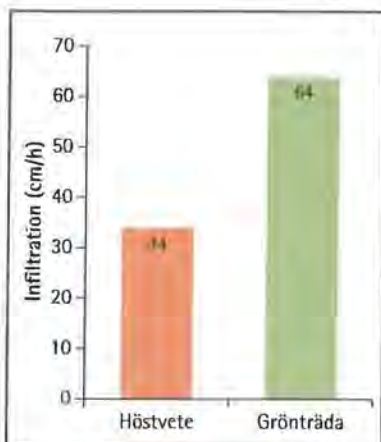
dehöjande effekten av gröntrådan låg undersökte vi därför inte bara skörden och radtäckningen. I stället gick vi på djupet med både jord, daggmaskar och insekter. Jordens förmåga att svälja vatten mätte vi i både matjord och alv. Resultaten presenteras i figur 4 och 5.

Som framgår av figurerna påverkade utan tvivel gröntrådans rödklöver och gräs vattengenomsläppligheten i marken i positiv riktning. I matjorden nästan fördubblades genomsläppligheten efter gröntrådan och i alven ökade den med 20-30 procent. Lagg märke till att mätningen gjordes på hösten i sockerbetorna och inte i själva förfrukten. Den visar alltså den kvardröjande effekten som sockerbetorna kan dra nytta av.

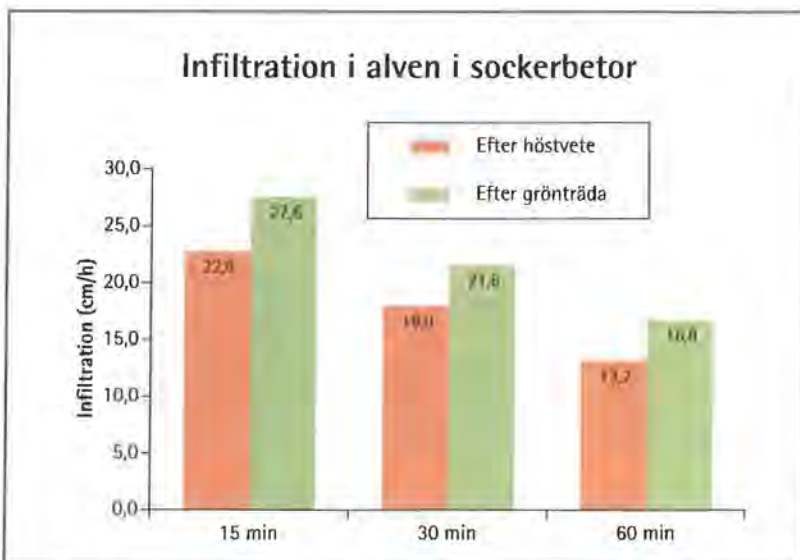
Daggmaskar gynnas av gröntrådan

Antalet daggmaskar fördubblades efter gröntrådan jämfört med höstvet som förfrukt och vikten ökade med 50% (figur 6).

Daggmaskarna är viktiga för omsättningen av organiskt material i marken och genom sina gångsystem förbättrar de infiltrationen i marken. Gröntrådan som putsas ger organiskt material som stimulerar daggmaskpopulationen och ger daggmaskarna en möjlighet att återhämta sig från



Figur 4. Infiltration i matjorden i sockerbetor efter höstvet och gröntråda, medeltal 8 försök 2000-2001.



Figur 5. Infiltration i alven efter 15, 30 och 60 minuter i sockerbetor efter höstvet och gröntråda, 6 försök på lerjord 1999-2000.



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Kombattanerna. Höstvede mötte gröntråda i en match om bästa förfrukt i försök under tre år. I varje rond avgick gröntrådan med segern.

pesticidanvändningen i intensiva växtföljder.

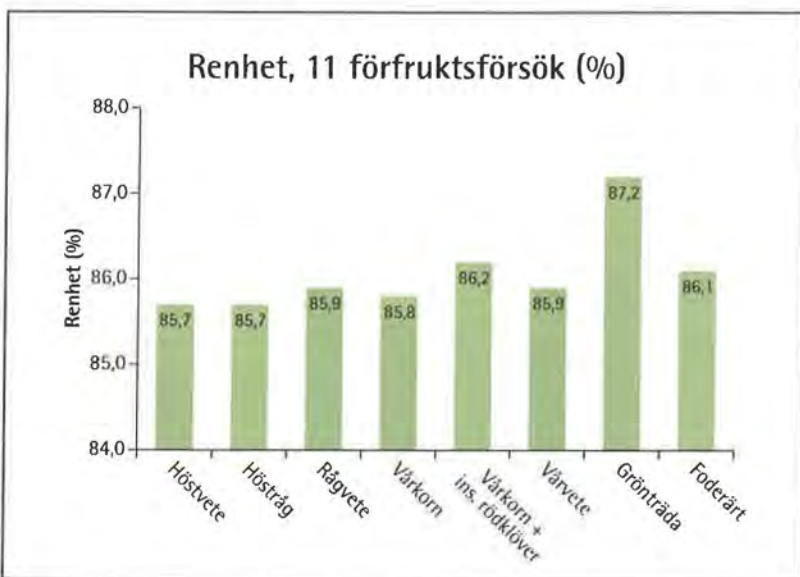
Mindre med insekter och mer svamp

Förekomsten av hoppstjärter och tusenfotingar var lägre efter grönträ-

dan jämfört med efter höstvede eller vårkorn. Förekomsten av svamp (*Aphanomyces*) var däremot något högre efter gröntrådan än efter andra förfrukter. Insekticidbetningen ökade i genomsnitt plantantalet med cirka 7 000 pl/ha medan den kombine-

rade insekticid- och fungicidbetningen ökade plantantalet med cirka 16 000 pl/ha.

Plantantalet efter gröntråda blev något mindre än efter höstvede. Svampangreppen har således åtminstone de två sista försöksåren spelat en relativt stor roll i försöken.



Figur 7. Renhet i sockerbetorna efter de olika förfrukterna. Högst var renheten efter gröntrådan.

Renare betor

Också renheten ökade i betorna som odlades efter gröntrådan enligt figur 7.

Som framgår av figuren så spelade betorna efter gröntrådan i en egen division med avseende på renhet. Orsaken till den ökade renheten kan vi bara spekulera i. En förklaring kan möjligen vara att betorna fick en bättre rotform och därmed lägre jordhalt i gamla rotkanaler efter rödklöver. Oavsett vilket så går den högre renheten i sockerbetorna efter gröntråda jämfört med efter höstvede att omsätta i ekonomisk nytta. Renheterna i försöken låg under 88,8 procent, vilket skulle ha inneburit ett avdrag på cirka 300 kronor per hektar för

sockerbetor efter höstveten jämfört med sockerbetor efter gröntråda enligt det nya branschavtalet.

Ingen effekt av N...

Försöksserien visar alltså tydligt att det med ett års klokt utnyttjande av den uttagna arealen som gröntråda med rödklöver och gräs, ganska enkelt går att höja sockerskörden. Det intressanta med sockerskördarna efter gröntrådan var att de var stabilt högre varje år. Säkerheten är viktig om man ska dra nytta av odlingsframsteg och våga dra ner arealen. Den högre skörden var inte en växt-näringseffekt eftersom praktiskt taget samma merskörd nåddes också där vi drog ner kvävegivan till 60 kg N/ha till sockerbetorna.

...men kanske av svamp

En högre sockerskörd uppnåddes i sockerbetorna efter gröntrådan trots lägre plantantal, lägre andel friska plantor och fler svampangripna plantor tidigt på säsongen. Gröntrådan som förfrukt gjorde alltså utgångsläget för sockerbetorna ganska tufft. Men under 2001, då försöken drabbades av stora *Aphanomyces*-angrepp, noterade vi en intressant utveckling. Sockerbetorna efter gröntrådan hade minst andel friska plantor och flest svampangripna vid den första svampavläsningen för att sedan vid de båda senare fältav-

läsningarna ha minst andel svampangripna plantor. Mycket tyder på att gröntrådan inducerade en hämning av rotbrandssvampar.

Ren vinst

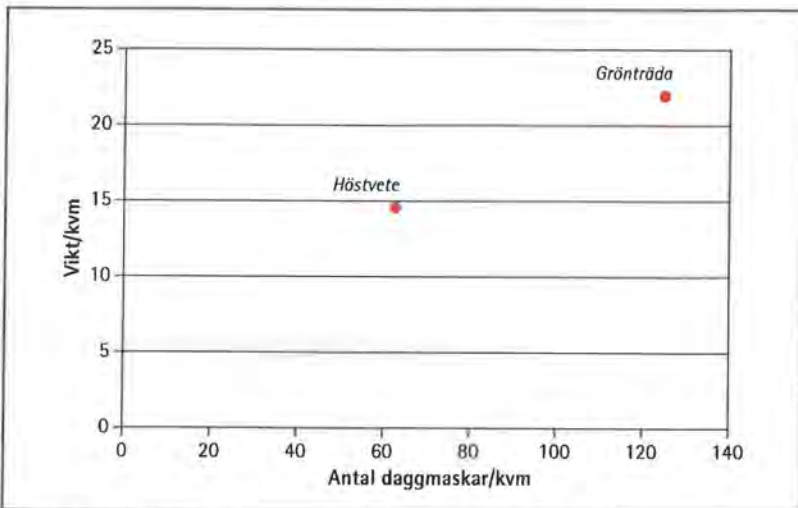
För sockerbetsodlaren med ambitioner att öka sin sockerskörd är alltså gröntråda på den uttagna arealen en framgångsrik väg. Jämfört med att odla etanolveten på den uttagna arealen medför gröntrådan ett netto på drygt 1 000 kr/ha visar beräkningar som HIR Malmöhus har gjort. Det blir alltså 1 000 kronor mer över för

varje hektar när skördeökningen, minskad kvävegiva och intäkten av ökad renhet i betorna är medräknade. Som helhet för gården är dessutom en gröntråda på uttagen areal ett sätt att öka bördigheten på lång sikt. Det är alltså inte bara sockerbetorna som blir renare efter gröntrådan. En gröntråda före sockerbetorna blir ren vinst.



Foto: Jens Blomquist, SBL.

Genomsläpplighet. I alven mättes genomsläppligheten av vatten med hjälp av stålcyllindrar som slogs ner på 30 cm djup. Tiden för vattnet att rinna ner mättes efter 15, 30 och 60 minuter. Efter gröntråda ökade genomsläppligheten i alven med 20-30 procent jämfört med efter höstveten.



Figur 6. Förekomst av daggmaskar i sockerbetorna efter olika förfrukter, medeltal 12 försök 1999-2001.

Odlarnytta av 4T:

4T

Försöksserien Förfrukter till sockerbetor visade att jämfört med höstveten:

- ökade skörden med 7 procent (560 kg socker/ha) efter gröntråda
- ökade skörden med 4 procent (320 kg socker/ha) efter vårkorn plus rödklöverinsådd
- ökade dagmaskantalet med 100 procent och dagmaskvikten med 50 procent efter gröntråda
- ökade genomsläppligheten med 100 procent i matjorden och 20-30 procent i alven efter gröntråda

Rödklöver sätter turbo på betorna

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling och Hans Larsson – Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

Rödklöver som mellangröda mellan höstvetete och sockerbetor ökade sockerskörden med tre procent utan att störa höstveteten. Rödklöver som mellangröda var alltså svag i höstvetete och stark i sockerbetor. Med rödklövern som mellangröda dubblerades samtidigt antal och vikt av dagmaskar.

Mellangrödor tillhör framtiden genom den mångfald av användningsområden som en marktäckande gröda mellan huvudgrödorna kan ha. I Sverige är syftet med mellangrödor oftast att minska utlakningen av kväve genom en fånggröda. För detta får vi numera till och med ekonomisk ersättning. Går man längre söderut i Europa finner man att mellangrödor dessutom används för att skydda mot erosion av vatten och vind, liksom för att sanera mot betcystnematoder. I till exempel Tyskland föregås inte mindre än 40 procent av sockerbetsarealen av någon mellangröda.

Mull höjer sockerskörden

Det finns alltså många olika motiv att odla mellangrödor före sockerbetorna. Bland annat finns det en långsiktigt bördighetshöjande effekt av att tillföra organiskt material till jorden. Det visar de långliggande bördighetsförsöken i Skåne. I dessa ökade sockerbetssocker skörden med 14 procent under perioden 1957-1996 i växtföljden med vall och stallgödsel jämfört med i den kreaturslösa växtföljden. Men den allra största delen av svensk sockerbetsodling sker på gårdar utan vall och stallgödsel. Ett sätt att tillföra jorden mera organiskt



Foto: Jens Blomquist, SLU.

Insådden. Om det ska bli något av insådden av en mellangröda av baljväxt och gräs ska insådden ske tidigt på våren.

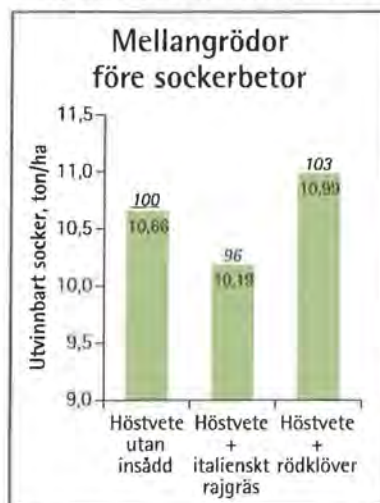
material är därför i stället att så in mellangrödor mellan huvudgrödorna. Denna idé testades i flera olika försöksserier och demonstrationer inom projekt 4T.

Rödklöver eller rajgräs

I en av dessa serier provades italienskt rajgräs och rödklöver insådda på våren i höstvetete. Dessa led jämfördes med höstvetete utan insådd mellangröda. Varje led, med eller utan insådd, fick fem olika kvävegivor eftersom det ursprungliga syftet med serien vid SLU, var att testa hur insådderna reagerade på tidigt och sent kväve i huvudgrödan. Vi var mer intresserade av hur sockerbetorna reagerade på olika mellangrödor och "ärvde" därför försöken inför sockerbetorna. Försöksytorna plöjdes i november men ett av åren blev det inte plöjt förrän i februari, dvs

några månader före sockerbetsådden. Resultaten med avseende på sockerskörden visas i figuren nedan.

Mellangrödorna satte alltså ganska tydliga spår i sockerskörden året



Sockerskörd i serien Mellangrödor före sockerbetor, 3 försök 1999-2001.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Rödklöver. Så här såg rödklövern ut i november månad i försöken med mellangrödor före sockerbetor. I medeltal låg torrsubstansskördarna på 1 600-1 700 kg per hektar vid denna tid.

efter. Rödklöver som mellangröda i höstveten ökade sockerskörden med 3 procent eller 330 kg socker per hektar. Det italienska rajgräset i höstveten minskade å andra sidan sockerskörden med 4 procent eller 470 kg socker per hektar.

Mer eller mindre av N

Anledningen till den positiva och negativa effekten kan vi bara spekulera i, men en komponent är sannolikt kvävet i marken. Sockerbetorna fick bredspritt i alla led 120 kg N det första året och 100 kg N per hektar de båda senare åren. Det var alltså inte några överdrivet höga kvävegivor. Samtidigt lämnade mellangrödorna cirka 1 500 kg torrsubstans per hek-



Foto: Jens Blomquist, SBU

Resultatet. Med rödklöver som mellangröda nästan dubblades antal och vikt av daggmaskar.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Rajgräs. Det italienska rajgräset var också välväxt i slutet av hösten. Cirka 1 300-1 400 kg per hektar låg torrsubstansskörden på av rajgräs.

tar efter sig som plöjdes ner före sockerbetorna. Medan kväve mineraliseras från rödklöver ganska snart är fallet snarare det motsatta med gräset, dvs kväve tas upp från marken när gräset bryts ner av mikroorganismer. Sammantaget fanns det alltså troligen mer kväve tillgängligt för betorna efter rödklöver som mellangröda jämfört med i dem efter rajgräs som mellangröda.

Baljväxter minskar skador på betor

Men också andra faktorer kan ha spelat in. I genomsnitt i sex försök med mellangrödor hittades det fler skadegörande hoppstjärtar på sockerbetorna efter korn än efter rödklöver och även tusenfotingar samt dvärgfotingar var något vanligare. Andelen friska plantor blev också lägst efter korn och betplantorna hade mer skador än efter rödklöver. Om tillräcklig mängd organiskt material finns i marken fungerar det som alternativ näring för hoppstjärtarna och medför att hoppstjärtarna i mindre grad skadar sockerbetorna.

Bra för daggmaskar

Också markens daggmaskar reagerade positivt på mellangrödorna. Både rajgräs och rödklöver som mellangröda nästan dubblade antal

och vikt av daggmaskarna. Mellangrödan skapar optimala betingelser för daggmaskarna genom baljväxternas lättillgängliga och smakliga växtrester samtidigt som jorden ligger ostörd av bearbetningar under hösten. Mellangrödor blir dessutom mycket viktiga för daggmaskarnas återhämtning i växtföljder med en intensiv pesticidanvändning.

Rödklöver – stark och svag

Summan av de resultat och erfarenheter som vi samlade på oss i de olika försöksserierna och demonstrationerna i projekt 4T, visar att rödklöver är den mest lämpade mellangrödan före sockerbetor. Vi testade ett tiotal olika baljväxter – bland annat flera andra klöverarter, gul sötväppling och blålusern. Gul sötväppling är en intressant gröda med ett djupt rotsystem, men den tar lätt över i höstveten om den får chansen. Rödklöver däremot håller sig på mattan och bidrar sin tid. I de olika serierna där rödklöver som mellangröda testades, ökade sockerskörden mellan 2 och 6 procent året efter. Samtidigt hade alltså rödklövern i våra serier den hedervärda egenskapen att inte störa huvudgrödan höstveten. Kontentan av resonemang- et är således att rödklövern var stark i sockerbetor och svag i höstveten. Den kombinationen av egenskaper kan man dra nytta av som betodlare.

Odlarnytta av 4T:

4T

Försöksserien Mellangrödor före sockerbetor visade att:

- rödklöver som mellangröda ökade sockerskörden med 2-6 procent
- italienskt rajgräs som mellangröda minskade sockerskörden med 4 procent
- rödklöver som mellangröda nästan dubblade antal och vikt av daggmaskar
- mellangrödorna ökade andelen friska plantor beroende på mindre antal skadedjur

Högre skörd med god markstruktur

Thomas Wildt-Persson, HS – Kristianstad

Hög vertikal infiltrationsförmåga tillåter att luft och vatten snabbt transporteras i markprofilen. För betodlaren ger det resultat i en högre sockerskörd. Det visar resultaten av fyra års mätningar i 4T-projektets parstudie, som också slår fast att plusgårdarna hade nästan dubbelt så hög vertikal infiltrationsförmåga jämfört med medelgårdarna.

Vad vi egentligen menar med att sockerbetan behöver god markstruktur är att sockerbetans rötter måste kunna andas. De förbrukar syre och andas ut koldioxid, och precis som vi människor dör de av antingen brist på syre eller överskott av koldioxid. Vad vi också menar med god markstruktur är naturligtvis goda möjligheter till vattenförsörjning åt betan. Dels att jorden ska kunna hålla vatten som rötterna kan ta upp, dels att rötterna kan tränga ner djupt i jorden där vattnet finns tillgängligt.

Många och långa porer

Rent konkret uppnås detta om det finns tillräckligt med stora porer, som är luftfyllda när överskottsvatten runnit ut i dräneringsledningarna. Det måste också finnas mindre porer, som binder vatten kapillärt. Med stora porer menas i detta sammanhang porer större än 0,03 mm i diameter, alltså i praktiken ganska små porer.

Det räcker dock inte med rätt fördelning mellan stora och små porer, de stora porerna måste också ha en kontinuitet ner genom markprofilen så att överskottsvatten kan transpor-

teras ner snabbt och inte bli stående på ytan.

Porer i marken utgörs av sprickor, rotkanaler samt utrymmen mellan större jordpartiklar som tex leraggregat. Porer kan också utgöras av dagmaskgångar som har den fördelen att de är sammanhängande från markytan till djupt ner i alven. Dessutom är diametern ofta stor i maskgångarna och det gör dem till ypperliga vatten-, luft- och rotkanaler.

Genomsläpplighet viktigt mått

Att mäta markens funktion ur ett fysikaliskt perspektiv är svårt, dels för att variationen från plats till plats på fältet är enorm, dels för att det är svårt att säga vad som är rätt värde för sockerbetan. Kraven varierar år från år beroende på om det är överskott eller underskott av nederbörd vid en viss tidpunkt i betans utveckling. Flera vetenskapsmän inom området anser dock att ett av de viktigaste måtten på markens funktion är vattengenomsläppligheten, alltså hur snabbt vatten tar sig igenom en viss sträcka vertikalt i marken.

I 4T-projektet mätte vi vattengenomsläppligheten på de 14 pargårdarna i matjord, plogsula och alv. Man kunde tydligt urskilja plogsulan genom lägre värden i vattengenomsläpplighet. Högst var den oftast i matjorden, vilket var naturligt eftersom den luckras årligen genom plöjning. För att få en mer samlad bild av markprofilen slogs skikten ihop och ett medelvärde räknades ut där vattengenomsläppligheten i respektive skikt fick olika stor betydelse beroende på hur tjockt skikt den representerade. Detta samlade mått fick



Foto: Jens Blomquist, SöU.

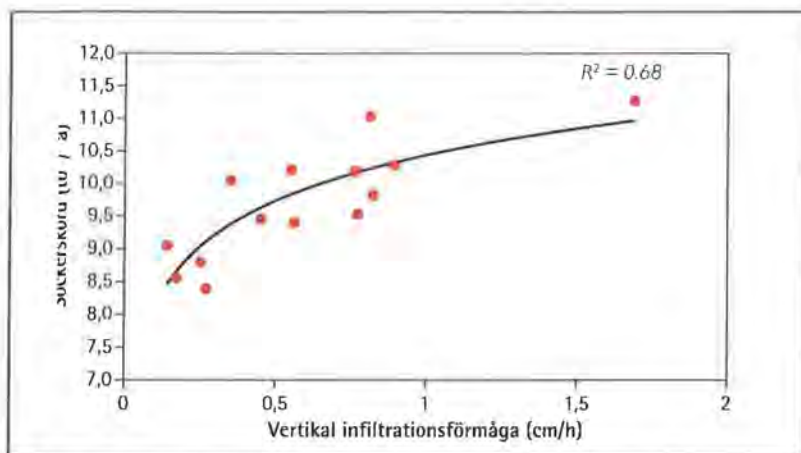
Luft och vatten i rätt proportioner är vad god markstruktur handlar om.

benämningen vertikal infiltrationsförmåga.

Tydlig skördeökning

När sedan materialet sammanställdes och olika faktorer kunde testas mot sockerskörd över de fyra försöksåren 1997-2000 framträdde ett mönster. Med ökad vertikal infiltrationsförmåga ökade den utvinnbara sockerskörden, enligt figur 1. Starkast ökning av sockerskörd erhöles vid låga vattengenomsläppligheter upp till 1 cm/timme, därefter var ökningen inte lika kraftig.

Punkterna i diagrammet ligger inte alla på linjen så viss avvikelser från mönstret fanns dock. R²-värdet anger förklaringsgraden och ett så högt värde som 0,68 (68%) är i dessa sammanhang högt. Man måste komma ihåg att åren 1997 till 2000, som dessa siffror härrör från, var vädermässigt mycket olika år. 1998 var ett mycket nederbördsrikt år medan



Figur 1. Ju högre vattengenomsläpplighet i markprofilen desto högre blev sockerskörden (medelvärden av 4 års undersökningar på 14 pargårdar).

1997 var ett torrt år, åtminstone under odlingssäsongen. Man kan också notera i diagrammet att skördenivåerna var relativt höga på gårdarna. Gårdarna med högst medelskörd hade över 11 ton socker per hektar, men även gårdarna med lägst medelskörd nådde upp över 8-8,5 ton socker per hektar. Markstrukturen har alltså stor betydelse för hur skörden blir.

Högst genomsläpplighet på plusgårdar

Det var dock inte bara de allmängiltiga sambanden mellan sockerskörd och markens egenskaper som intresserade oss i 4T-projektet. Vi ville också veta om det fanns markfysikaliska skillnader mellan plusgårdarna med deras höga sockerskörd och medelgårdarna med mera normala skördar. Det visade sig att det fanns

skillnader och några av resultaten visas i figur 2.

Också om man delar upp siffermaterialet på de enskilda gårdsparen framgår skillnaden tydligt. Figur 3 nedan visar att plusgårderna i de flesta paren hade det högre värdet.

Vall är en av nycklarna

Notera par nr 3 i figur 3. Plusgårderna i detta par har en växtföljd med vall och kontinuerlig tillförsel av stallgödsel. Dessutom iakttas stor försiktighet vid jordbearbetningen på denna gård. När vi grävde gropar i fälten på denna gård hittade vi också fler dagmaskgångar i hela profilen, från markytan ner till 180 cm djup.

Vall och stallgödsel är alltså en av nycklarna till god markstruktur. Det visar par nr 3 i figur 3 mycket illustrativt. För de flesta växtodlingsjordbruk är tyvärr vallodling inget möj-

ligt alternativ. Trädan kan dock utnyttjas som en strukturupbyggande åtgärd i växtföljden. Det är tillåtet med 30% baljväxter i en trädeshblandning och bara på ett års liggtid kan positiva effekter uppnås.

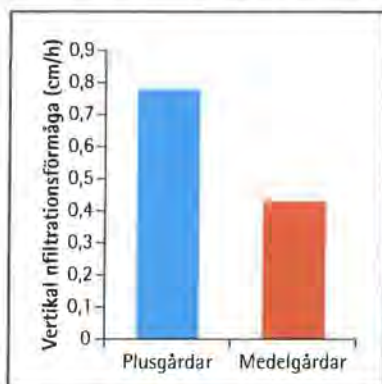
På sidan 27 kan du läsa om hur en ettårig grönträda med rödklöver och gräs ökade genomsläppligheten av vatten med 100 procent i matjorden och 20-30 procent i alven. Det finns alltså enkla metoder för dig som betodlare att både förbättra markstrukturen och genomsläppligheten på fälten och samtidigt höja sockerskörden på gården.

Odlarnytta av 4T:

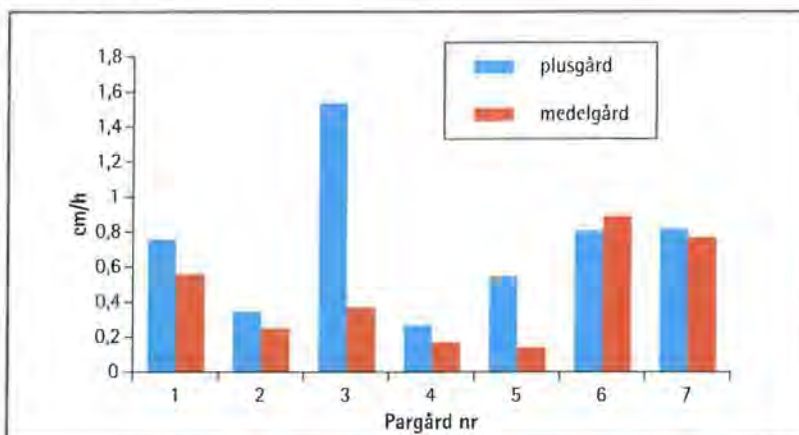
4T

De markfysikaliska undersökningarna i 4T-projektets parstudie visade att:

- sockerskörden ökade med ökad vertikal infiltrationsförmåga på djupet 0-50 cm
- i sex par av sju hade plusgårdarna högre vertikal infiltrationsförmåga
- som grupp hade plusgårdarna nästan dubbelt så stor vertikal infiltrationsförmåga som medelgårdarna
- gården med allra högst vertikal infiltrationsförmåga har en växtföljd med vall och stallgödsel



Figur 2. Gruppen av plusgårdar hade cirka 80 procent högre vattengenomsläpplighet jämfört med gruppen av medelgårdar.



Figur 3. I sex av de sju paren hade plusgårderna i medeltal högre vertikal infiltrationsförmåga.

Daggmaskar lyfter sockerskörden

Hans Larsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

Höga sockerbetsskördar kräver god markstruktur och en rik markfauna. Dessa två faktorer växelverkar genom att faunan förbättrar strukturen och en god struktur gynnar faunan. Daggmaskarna spelar här en nyckelroll.

Daggmaskar har förmågan att omvandla det organiska materialet till lättillgänglig växtnäring. När jorden passerat genom daggmasken ökar tillgängligheten av samtliga näringsämnen för växterna till följd av nedbrytningseffekterna – det ökar bördigheten. Men daggmaskarna gör mer.

De blandar om och ökar jordens porositet, dess vattenhållande förmåga och dränering. Daggmaskarna kan stabilisera jordens struktur genom att den intagna jorden uppblandas med humifierat organiskt material. Både storleken och stabiliteten hos jordaggregat ökar.

Rötter och daggmaskar har visats samverka så att rötterna växer i daggmaskgångar och daggmaskarna utnyttjar rotkanaler när de tar sig fram i jorden.

Bra och dåligt för masken

För att gynna daggmaskarna bör man ha fleråriga grödor typ klövervall, undvika kraftig markpackning och tillföra organiskt material som grön gödsling, skörderester eller stallgödsel.

Daggmaskarna är känsliga för bearbetningar under reproduktionen i oktober och missgynnas av intensiv kemisk bekämpning och gödsling.



Foto: Jens Blomquist, SBL

Var rädd om maskarna! De bearbetar marken gratis. Stora arter som på bilden drar ner material från ytan och gräver djupa lodräta gångar. Mindre arter arbetar mer vågrätt. I en bra betjord hittar man runt miljonen daggmaskar per hektar.

Djurgårdar hade mer mask

Daggmaskssamhället kan karaktäriseras genom sitt artkomplex, antal individer och biomassa, dvs vikten per m². Så här blev resultatet för pargårdarna:

■ Fyra gårdar hade fattigt artkomplex, fyra arter, medan övriga tio hade ganska fattigt med fem till sex arter.

■ Två gårdar hade ganska hög biomassa, 25-50 g/m². Nio gårdar hade ganska låg, 10-25 g/m² och tre gårdar låg, 5-10 g/m².

■ Antalet individer var den faktor som klassades högst. Fem gårdar hade hög förekomst, 100-200 maskar/m². Sju gårdar ganska hög, 50-100 maskar/m² och två gårdar ganska låg, 25-50 maskar/m².

Daggmaskfakta för ett hektar åkermark

	Pargårdar	Högsta värde uppmätta i försök efter klövervall
Förekomst, (antal/ha)	60 000–3 600 000	8 000 000
Biomassa, (kg/ha)	10–500	4 000
Lodräta maskgångar, (antal/ha)	250 000–6 000 000	



Foto: Jens Blomquist, SBU.

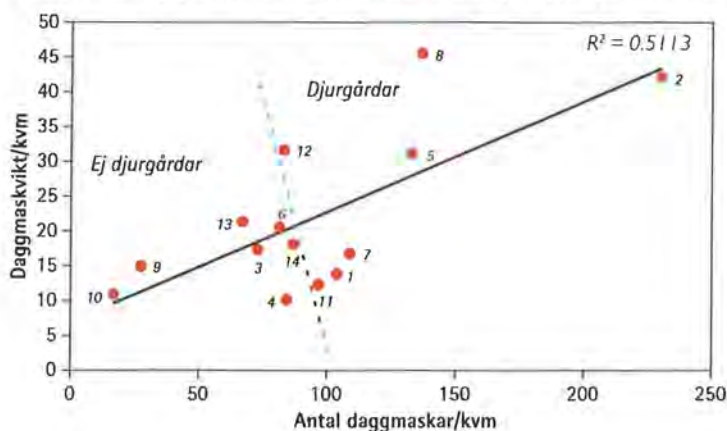
Daggmasken gör nytta men allra mest nytta gör det hålrum den lämnar efter sig i marken – daggmaskgången. Den kan vara upp till 7 mm i diameter och kvarstår tiotals år i marken. Bilden visar hur betrötterna utnyttjar dessa markens motorvägar. Antalet lodräta maskgångar i de undersökta fälten var upp till 6 miljoner per hektar!

Sambandet mellan antal och vikt som medelvärden på gårdsnivå finns i figur 1. Gårdar med husdjur – dvs gård 1, 2, 5, 7 och 8 – hade flest daggmaskar. Paret 11-12 hade också djur men nådde inte upp till lika höga nivåer som övriga djurgårdar. Gård 11 hade flest daggmaskar bland resterande gårdar och gård 12 högst vikt. Djurgårdarna har oftast både stallgödsel och vallar i växtföljden vilket ömsesidigt gynnar daggmaskarna.

Fler maskgångar vid hög sockerskörd

Under augusti grävdes gropar ner till 180 cm djup. Det visade sig att antalet daggmaskgångar som hittades var positivt korrelerat med renhet, betskörd och sockerskörd. Se figur 2.

Antal daggmaskar mot dess vikt på pargårdarna



Figur 1. Antal daggmaskar mot dess vikt på pargårdarna i medeltal över 3 år. Djurgårdarna hade genomgående fler daggmaskar. Normalt finns det ett bra samband mellan antal och vikt men vissa gårdar hade låga vikter trots att antalet var högt. Detta tyder på färre vuxna maskar och mindre möjligheter för reproduktion.

Däremot fanns inget samband mellan mängden daggmaskar och sockerskörden sett över alla åren. För de två sista åren fanns dock ett samband mellan daggmaskarnas biomassa och sockerskörd.

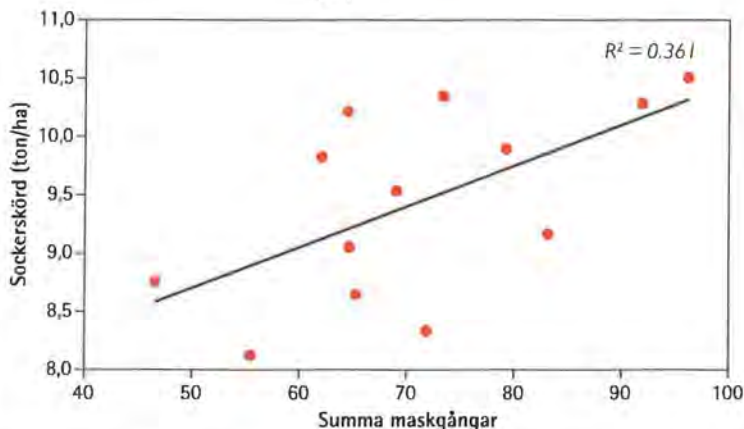
Det fanns inga samband mellan daggmaskgångar och antalet daggmaskar i jorden, fränsett på nivån 20 cms djup i jorden. De största gångarna kan emellertid kvarstå i jorden under många år och därför kan kor-

relationer mellan antalet gångar och antalet daggmaskar vara osäkra. Att renheten blir bättre med mycket daggmaskgångar kan bero på att aggregatstrukturen förbättras och jorden lättare faller av betan vid upptagning.

Mest mask med hög mullhalt

Antal daggmaskar och daggmaskvikt visade ett tydligt samband med hög mullhalt och kaliumhalt, främst

Antalet maskgångar summerade över olika djup mot sockerskörd



Figur 2. Antalet maskgångar summerade över olika djup mot sockerskörd i medeltal för 3 år. (Ej gård 11) Maskgångarna i jorden medverkar till en god infiltration som gynnar rotutvecklingen och ger möjlighet för höga sockerskördar.

i matjorden men även i alven. Se figur 3.

Mullhalten i matjorden förklarar tillsammans med kaliumhalten en stor del av förekomsten. Att markfaunan är beroende av mullhalt är välkänt och ett riktmärke som brukar uppges är att man ska ha över 4% mull för att ha en levande jord. Under 3% mull är faunan oftast fattig. De lägsta förekomsterna konstaterades på två gårdar med mullhalten 2,2%.

Bättre infiltration och porositet

Daggmaskförekomsten visade ett positivt samband med infiltrationen i matjord och alv samt den totala vertikala infiltrationen. Även med porositeten i plogsula och alv fanns positiva samband. God infiltration och hög porositet betyder att marken utnyttjar nederbörden väl och att sockerbetsrötterna snabbt kan genomtränga matjord och alv.

Uppfödning daggmasken

Fältförsöken i 4T-projektet visar hur vi ganska enkelt kan få fler daggmaskar i våra jordar. Om vi inte kan få in fleråriga klövervallar, vilket är det i särklass bästa för daggmaskarna, kan grönträda eller mellangröda med klöver ge stora effekter på daggmaskpopulationerna. Man kan också tänka på att undvika bearbetning-



Foto: Jens Blomquist, SBU

Klöver i växtföljden – kanske som mellangröda – är mums för maskarna.

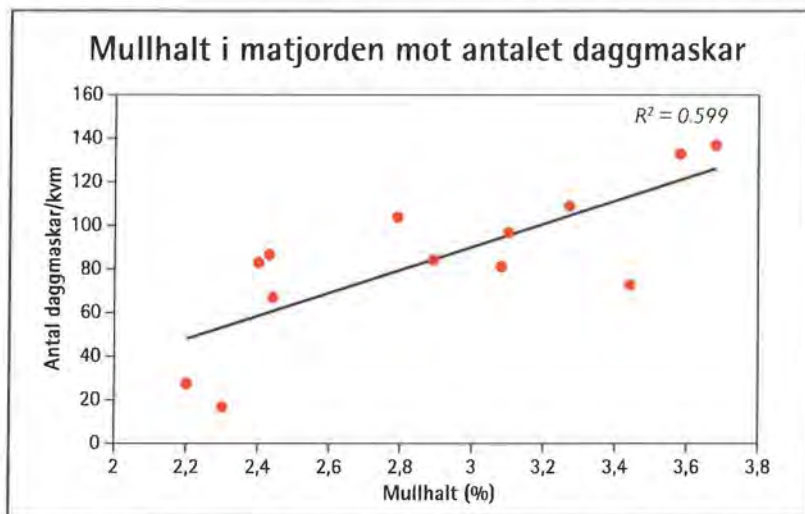
ar som tex stubbearbetning under reproduktionen i oktober månad.

Slutsatser

Enkelt uttryckt kan man säga att daggmaskundersökningarna i 4T visar att där daggmasken trivs, där trivs även betan. Daggmasken omvandlar och blandar vilket ger lättillgänglig näring till betan. Men framförallt bygger de markens motorvä-

gar – längs vilka betans rötter lätt kan söka sig vidare och överflödigt vatten snabbt kan föras neråt.

Att gynna daggmasken är därför i högsta grad en hjälp till självhjälp.



Figur 3. Mullhalt i matjorden mot antalet daggmaskar i medeltal för 3 år. Hög mullhalt gynnar daggmaskarna som i sin tur vidmakthåller en hög mullhalt.

Odlarnytta av 4T:

4T

Daggmaskundersökningen visade att:

- fler daggmaskgångar i marken gav högre sockerskörd och högre renhet
- daggmaskarna ökade den vertikala infiltrationen och porositeten i jorden
- klöver i växtföljden ger mer mask
- jordar med mullhalter ner mot 2% har låg daggmaskaktivitet – fundera på klöver i växtföljden eller gödsel från djurgårdar i närheten
- djur på gården ger mask i marken

Släckt kalk stärker jorden och ökar skörden

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling och Kerstin Berglund – Sveriges Lantbruksuniversitet, Ultuna

Sockerskörden ökade med alla kalkningsmedel i en tre-årig försöksserie trots pH-värden i matjorden mellan sju och åtta. Förbättrad jordstruktur och bekämpning av rotbrandssvampar ligger sannolikt bakom skördeökningen. Dessutom finns en positiv skördeeffekt kvar i spannmålen efter sockerbetorna.

Det är mycket som händer när jord och kalk möts. Jorden påverkas på tre olika fronter genom att markens kemi, biologi och fysik berörs av den kraftfulla kalciumjonen. För det första ökar basmättnadsgraden och pH-värdet stiger. Det sker genom att kalciumjonen tränger undan den sura vätejonen och tar plats på lerpartiklarna. Vätejonen neutraliseras sedan av den bas (t ex karbonat eller hydroxid) som kalciumjonen anlände tillsammans med och därigenom höjs markvätskans pH.

Också biologi och fysik

Det andra som sker är att också det biologiska livet i marken påverkas. När pH stiger till neutrala eller basiska nivåer stimuleras generellt bakterierna i marken, medan svamparna trivs bättre i en lite surare miljö. För betodlingen är det ett välkänt faktum att rotbrandssvamparna härjar mest på jordar med lågt pH.

Det tredje området som påverkas är att jordens fysikaliska status förändras när kalk och jord förenas. Det är leret i jorden som kalken reagerar med. Lerpartiklarna beskrivs ofta som skivformade plan som ligger parallellt orienterade. Vattnet där emellan fungerar som



Foto: Jens Blomquist, SBU

Kalk möter jord. Om kalk blandas in i jorden påverkas dess kemi, biologi och fysik. När pH-värdet höjs i markvätskan gynnas bakterier medan svampar missgynnas. Dessutom förbättras markens struktur.

smörjmedel. När kalciumjonen kommer i kontakt med leret ställer sig lerskivorna med kortända mot långsida ungefär som ett korthus. Vattnet stängs inne i håligheterna och kan inte längre fungera som smörjmedel. Leran känns grynig och reder sig bättre. Med den fria kalken (bränd

och släckt kalk) får man också en cementreaktion och en murbruksbildning. Båda reaktionerna ger större och stabilare aggregat.

Höga pH i medeltal

Det var detta sista markfysikaliska område som vi var mest intresserade

**Tabell 1. Försöksled och behandlingar i serien
Strukturkalkning till sockerbetor**

Led	Kalkgiva (t/ha)	Syraneutraliserande verkan Beräknad som % CaO
1. Obehandlat	–	–
2. Släckt kalk, Ca(OH) ₂	3	69,5
3. Kalkstensmjöl, CaCO ₃	4	49,1
4. Sockerbrukskalk, CaCO ₃	8	24,7
5. Släckt kalk, Ca(OH) ₂	9	69,5

av när sockernäringen tillsammans med Partek Nordkalk startade serien Strukturkalkning till sockerbetor. Av den anledningen användes i två av leden släckt kalk (kalciumhydroxid) som har en snabb effekt på markens struktur. Försöksleden framgår av tabell 1.

Planen innehöll fem led med målet i kalkleden 2, 3 och 4 att nå motsvarande ungefär 2 000 kg CaO per hektar. I led 5 användes tredubbel mängd släckt kalk jämfört med i led 2. För att inte påverka markens kemi alltför mycket placerade vi försöken på jordar utan kemiskt kalkningsbehov. I medeltal var pH-värdet 7,7 för de 12 försöksplatserna. Lerhalten var i medeltal 24 procent med en spridning mellan 15 och 39 procent, dvs från den nedre gränsen för en lättlera till den övre gränsen för en mellanlera. Kalken spreds för hand på höstvetestubb hösten året före sockerbetorna. Efter spridning stubbearbetades kalken ner – om inte vädret satte stopp – innan försöken höstplöjdes.

Släckt kalk höjde skörden

Resultaten i sockerbetorna lät inte vänta på sig. Redan det första året 1998 rasslade det till i led 5 som fick en hög giva av släckt kalk och på den vägen fortsatte det också de andra åren. Resultaten för de enskilda åren och i medeltal för treårsperioden framgår av tabell 2.

Alla kalkningsmedel höjde sockerskördarna kan man konstatera till att börja med. Och detta trots att pH-värdena i matjorden var höga – i medeltal 7,7 – och inte hade något kemiskt kalkningsbehov. För sockerbetornas vidkommande var det alltså nyttigt med kalktillförsel trots redan höga ingångsvärden i pH. I leden med släckt kalk var skördeökningen statistiskt säkerställd. Med hög giva släckt kalk ökade sockerskörden med 750 kg socker och med låg giva släckt kalk med 330 kg socker per hektar. Också med kalkstensmjöl och sockerbrukskalk ökade sockerskördarna men i dessa led var skördeökningarna mindre och inte statistiskt säkerställda.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Rymdvaror. När kalken spreds i parcellerna gällde det för försökspatrullen att skydda kläder, andningsvägar och ögon. Den släckta kalken är nämligen frätande och torkar ut huden.

Jorden "tåligare" med kalk

För praktikern kan det räcka med att konstatera att sockerskörden ökar med alla kalkningsmedel och speciellt med den släckta kalken. Vi ville dock gärna förstå vari den positiva kalkningseffekten bestod. Det första försöksåret 1998 gjordes därför ett examensarbete av en agronomstudent. Där kunde bland annat fastslås att vattenhalten i markens ytskikt före vårbruket var lägre i det led som hade fått en hög giva släckt

**Tabell 2. Sockerskördar årsvis samt medeltal 1998-2000
i serien Strukturkalkning till sockerbetor**

Led	1998	1999	2000	1998-2000
1. Obehandlat	100 (8,60 t/ha)	100 (8,91 t/ha)	100 (8,76 t/ha)	100 (8,76 t/ha)
2. Släckt kalk 3 t/ha	105	104	103	104*
3. Kalkstensmjöl 4 t/ha	102	104	100	102
4. Sockerbrukskalk 8 t/ha	102	104	103	103
5. Släckt kalk 9 t/ha	110*	108*	107*	109*
Antal försök	4	4	4	12

* statistiskt säker skördeökning jämfört med obehandlat led



Foto: Jens Blomquist, SBU

Vitpudrad stubb. När kalken hade spridits stubbearbetades den ner så fort som möjligt. Det är när kalken kommer i kontakt med lerpartiklarna som en strukturförbättring kan ske.

kalk. Den jorden hade med andra ord torkat upp snabbare, troligen till följd av en gynnsammare aggregatstruktur. Tre års undersökningar i försöken av jordens strukturstabilitet indikerar också att kalkningen gav upphov till en gynnsammare porstorleksfördelning och en "tåligare" jord. En uppdelning av försöksmaterialet visar dessutom att skördeökningen i sockerbetorna i ledet med hög giva släckt kalk var dubbelt så hög på jordar med lerhalter över 20 procent som på jordar med lerhalter under 20 procent. Dessa tre fakta i målet talar för att det fanns en struktureffekt av den släckta kalken som speglas i siffrorna i tabell 2.

Svampar fick stryk

Men den släckta kalken tvålade sannolikt också till rotbrandssvamparna i försöken och påverkade därmed utslaget i skörd. Släckt kalk består nämligen av kalciumhydroxid som kan användas som bekämpningsmedel mot till exempel sniglar. I växthusförsök har släckt kalk visat sig minska symptomen av rotbrand på sockerbetor. Så en del av skördeökningen i försöken kan därför mycket väl spåras till en ren bekämpningseffekt. Hur stor del av effekten på

sockerskörden som är en struktureffekt och hur stor del som är en bekämpningseffekt kommer vi att reda ut i fortsatta försök inom SBU.

Långtidseffekt kvar

Redan nu kan vi dock notera att det finns en kvardröjande effekt av de olika kalkningsmedlen som kommer till uttryck i spannmålsgrödorna året efter sockerbetorna. Inom Skåneförsöken och som riksförsök skördades tio försök under åren 1999-2001 med vårkorn, vårvete och höstvet. I nio av dessa tio försök hade det vuxit sockerbetor året innan och i det tionde försöket hade det vuxit sockerbetor två år tidigare. Själva kalkningen gjordes två respektive tre år

före spannmålsskörden. Resultaten framgår av tabell 3.

I led 5 med hög giva av släckt kalk blev merskörden drygt 250 kg spannmål två år efter kalkspridningen. Det är sannolikt den resterande struktureffekten. Störst efterverkan hade dock enligt tabell 3 sockerbrukskalken. Förutom att vara ett kalkningsmedel är sockerbrukskalken ett gödselmedel innehållande kväve, fosfor och magnesium i icke föraktliga mängder samt också en del kalium, natrium, koppar och bor. Denna efterverkan var alltså troligen en växt-näringseffekt.

Nytta för både jord och plånbok

Försöken lades ut för att testa idén om man kan förbättra strukturen på en skånsk sockerbetsjord med släckt kalk och om sockerbetorna skulle svara på insatsen. Tanken var inte att jämföra olika kalkningsmedel ur ekonomisk synvinkel i förhållande till biologisk effekt. Icke desto mindre kan man notera att sockerbrukskalken är billig i förhållande till den släckta kalken som egentligen tillverkas för industriändamål. En snabb överslagsberäkning visar därför ett positivt netto av sockerbrukskalken redan i sockerbetorna. Den efterverkan i spannmålsgrödorna som kommer odlaren till godo på köpet blir sedan grädde på moset.

Tabell 3. Efterverkan i spannmål, 10 försök 1999-2001

Led	Spannmålsskörd kg/ha	rel
1. Obehandlat	7 380	100
2. Släckt kalk 3 t/ha	7 455	101
3. Kalkstensmjöl 4 t/ha	7 514	102
4. Sockerbrukskalk 8 t/ha	7 653*	104
5. Släckt kalk 9 t/ha	7 632*	103

* statistiskt säker skördeökning jämfört med obehandlat led

Odlarnytta av 4T:

4T

Försöksserien Strukturkalkning till sockerbetor visade att:

- alla kalkningsmedel ökade sockerskörden trots höga pH-värden i matjorden
- hög giva släckt kalk ökade sockerskörden stabilt varje år
- låg aggregatstabilitet i jorden gav en lägre sockerskörd
- det fanns en efterverkan i spannmål året efter av hög giva släckt kalk och av sockerbrukskalk

Betor kräver ingen stubbearbetning

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling och Hans Larsson – Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

Ibland hörs kommentarer om att halm sätter ned både tillväxt och skörd i sockerbetorna. Men tre år med halmförsök pekar på små utslag för olika halmmängder. Däremot visar serien att stubbearbetning inte var nyttigt för vare sig betor eller maskar.

När halm brukas ner påverkas jorden på både kort och lång sikt. Det första som händer är att mikroorganismer kastar sig över halmen. För dem representerar halmen kostcirkelns snabba kolhydrater som de raskt attackerar med god aptit. I Danmark har man undersökt hur snittlängd och nedbrukningsdjup påverkar halmens omsättning. I praktiken betyder halmens snittlängd inte mycket. Likaså är det oväsentligt om halmen brukas ner på 5, 10 eller 15 centimeters djup för halmens omsättningshastighet.

Kvävet räcker till alla

När mikroorganismerna tuggar sig igenom halmen och höstregnen lakar ur den, så tappar halmen både växtnäring och vikt. Efter en månad kan halmen ha förlorat 30 procent, efter sex månader cirka 50 procent och efter 15 månader mellan 70 och 90 procent av sin vikt.

I början av omsättningen behöver mikroorganismerna kväve och tar det från markvätskan. Av den anledningen kan sockerbetor gulna av kvävebrist där det har plöjts ner stora mängder halm, till exempel där man har haft stopp i trösken. I normalfallet är detta dock inget prob-



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Ojämnt. Mycket eller lite halm gav i försöksserien inga dramatiska utslag i sockerskörden. Jorden verkar kunna svälja stora halmmängder utan negativa effekter i sockerbetorna, så länge som halmen är jämnt spridd.

lem utan kvävet i marken räcker både till sockerbetor och föregående grödas halm.

Daggmaskar gillar halm

Förutom mikroorganismerna uppskattar också daggmaskar att få tillgång till halm. På gårdar utan vall och stallgödsel är i praktiken halmen enda skörderesten som daggmaskarna kan leva av. Och det är oftast mängden skörderester som begränsar daggmaskarnas antal och vikt. I både Sverige och Finland har man visat att växtföljder där halmen plöjs ner resulterar i fler daggmaskar än i växtföljder där halmen bärgas.

Detta kan också många betodlare vittna om som fick tillbaka daggmaskarna när de slutade bränna halmen på fälten.

Stora porer blir fler

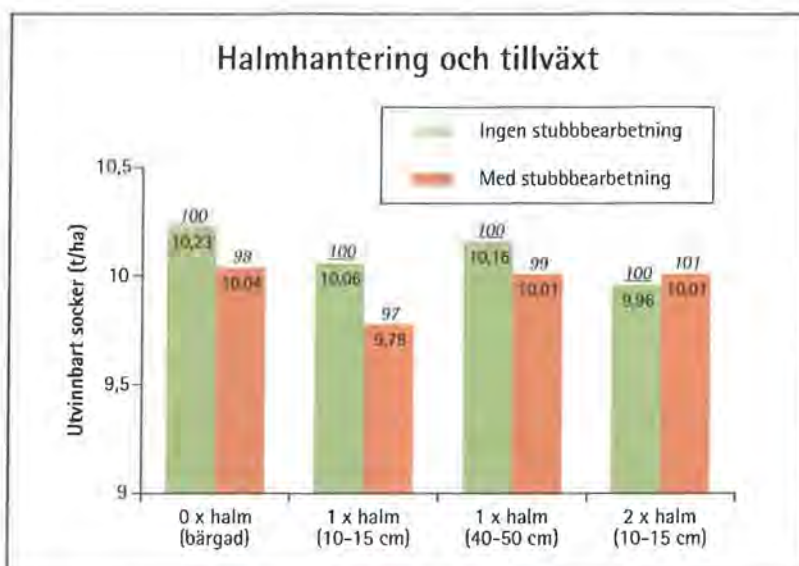
På lite längre sikt påverkas också jordens fysikaliska egenskaper av halmstrategin. I Sverige finns flera långliggande försök med olika halmhantering som visar på små men positiva effekter på mullhalten om halmen brukas ner i stället för att bärgas. Dessutom stabiliseras jordens aggregat så att odlingssäkerheten ökar genom att risken för skorpa och slamning minskar. Också de större

porerna i jorden blir fler när man brukar ner i stället för att bärga halmen. Det är viktigt eftersom det är de stora porerna som står för luftning och dränering. Också här finns det gott om betodlare som kan berätta om att det inte längre står lika mycket vatten på deras fält under vinterhalvåret, sedan de slutade bränna halmen före sockerbetorna.

Hackad och knycklad halm

Halm är alltså nyttigt på lite sikt för jorden. Men höstvetehalm kan samtidigt ställa till det i sockerbetorna. Fläckar med dålig tillväxt tolkas ofta som halmsulor och kvävebrist. Av den anledningen startades en serie med olika halmhantering. Syftet var att undersöka hur höstvetehalmens mängd, stubbhöjd och finfördelning i kombination med och utan stubbbearbetning påverkar sockerskörd. Försöksplanen framgår av tabellen nedan.

Halmen i leden med borttagen halm (1 och 5) flyttades för hand, efter tröskning utan hackning, på presenning till parcellerna med dubbel mängd halm (4 och 8). När halmen hade flyttats kördes den genom tröskan och hackades samtidigt. I leden med knycklad halm (3 och 7) passerade halmen tröskans hack utan att motstålen var till. Ingen av försöksplatserna behandlades med Round Up mot kvickrot på hösten vid försöksutläggningen. I medeltal var halmmängden i leden med normal mängd halm ca 7,2 ton/ha.



Figur 1. Sockerskörd i serien Halmhantering och tillväxt, 10 försök 1998-2000.

Ingen dramatik i halmen

Under åren 1998-2000 kunde 10 försök skördas. Resultaten i sockerskörd visas i figur 1.

Några dramatiska effekter i sockerbetor året efter olika sätt att hantera halmen på hösten gick inte att påvisa. Inte ens med dubbel mängd halm inträdde några stora skördereduktioner. Lerjordar verkar buffra ganska väl i skördehänseende mot plötsliga förändringar i tillförsel eller bortförsel av halm, liksom mot stubbearbetning eller utebliven stubbearbetning före plöjning.

Lättja belönas

Icke desto mindre finns viktiga resultat från försöksserien för den lantbrukare som vill öka sin sockerskörd

och minska arbetsinsatsen samt är beredd att ändra strategi i halmhantering. Om man i figur 1 jämför den fjärde stapeln (röd) med den femte (grön) finner man en skördeökning i det senare ledet på 380 kg socker/ha. Båda leden hade samma (normala) halmmängd, men i det senare ledet var stubben hög och motstålen i hacken inte tillslagna. Dessutom stubbbearbetades inte det senare ledet utan halmen plöjdes ner utan föregående stubbbearbetning. Med andra ord belönades den förenklade strategin med hög stubbhöjd, enbart knycklad halm och ingen stubbbearbetning med en statistiskt säkerställd högre sockerskörd. Det är inte alltid som förenkling och lättja belönas med högre skörd, men så är faktiskt fallet i denna serie.

Försöksled och behandlingar i serien Halmhantering och tillväxt

Försöksled	Halmmängd	Stubbhöjd	Hackning	Stubbbearbetning
1	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Ingen
2	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
3	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Ingen
4	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
5	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
6	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
7	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
8	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor

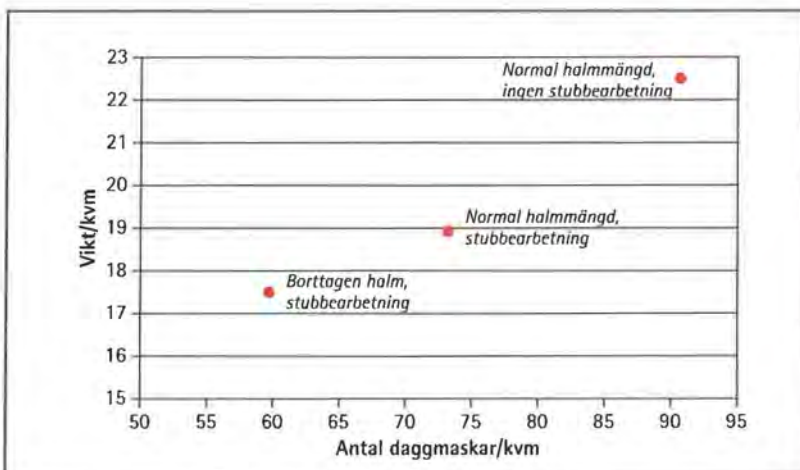


Foto: Jens Blomquist, SBU.

Halmsula. Om halmen ligger tjock i strängar eller i högar där det varit stopp i tröskan, kan det bildas halm-sulor. I dessa fläckar kan tillväxten tillfälligt stoppas upp. Jämn spridning är A och O för att förhindra halmsulor.

Daggmaskar arbetar bäst ostörda

För lantbrukaren finns alltså enligt serien en positiv skördeeffekt av att bara knäckla till halmen och att inte stubbearbeta. Minskad stubbearbetning uppskattades emellertid också av daggmaskarna. Förekomst och vikt av daggmaskar blev störst utan stubbearbetning (figur 2). Minst daggmaskar blev det med borttagen halm och stubbearbetning.



Figur 2. Antal och vikt av daggmaskar efter olika halmhantering. Medeltal av 11 försök 1998-2000.



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Stubbning. I försöksserien med olika halmstrategier var stubbearbetning generellt negativ för både sockerskörd och daggmaskar. Men för renheten i sockerbetorna var stubbearbetningen bra, speciellt vid dubbel mängd halm.

niskt material samt lugn och ro för att bearbeta halmen under hösten.

Renare betor med stubbning

Stubbearbetningen ska dock inte framställas i ensidigt dålig dager. Stubbearbetningens positiva effekt enligt resultaten i denna serie var faktiskt en högre renhet i betorna. Speciellt i leden med dubbel mängd halm var renhetsökningen tydlig. Andra positiva effekter av stubbearbetning, som bekämpning av kvickrot och spillfrö, får heller inte glömmas bort när man ser till helheten.

Jämn spridning A och O

För sockerskörden och daggmaskarna var det inte positivt med stubb-

bearbetning i denna serie. De fall där man ser att sockerbetorna bromsas av halm från föregående höstvet, handlar med stor sannolikhet om en ojämn fördelning av halmen. I tjocka halmsträngar kan betornas rötter både stoppas upp och lida brist på kväve. Men jämnt spridd ledde inte ens dubbel mängd halm till några säkra skördenedsättningar visade denna serie. Halmhantering för att undvika skördenedsättning i sockerbetorna är alltså framför allt ett spridningstekniskt problem. Jämn spridning är A och O!

Odlarnytta av 4T:

4T

Försöksserien Halmhantering och tillväxt visade att:

- arbetsgången blev lägre och sockerskörden högre med hög stubb utan stubbearbetning i stället för låg stubb med stubbearbetning
- sockerskörden inte påverkades säkert negativt av dubbel mängd halm
- stubbearbetning var generellt negativ för sockerskörden men positiv för renheten
- daggmaskarna ökade när stubbearbetningen utelämnades

Markstrukturindex mäter hur jorden mår

Kerstin Berglund, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Att sockerbetan behöver en god markstruktur för att utvecklas väl är alla överens om, men hur uppnår man det? Markstrukturindex är ett sätt att värdera vilken effekt odlarens åtgärder har på markstrukturen.

Markstrukturen påverkas, förutom av klimatet och väderleken, i hög grad

av odlingssystemet och brukarens åtgärder (figur 1). Strukturen förändras under året och över åren i olika grad för skilda jordar, odlingssystem och väderleksförhållanden. I regel är förändringarna störst i markens ytlager och avtagande med djupet.

Odlingssystemet – gröda, växtföljd, jordbearbetningsmetoder, gödslingsåtgärder osv – kan påverka marken och dess struktur i såväl

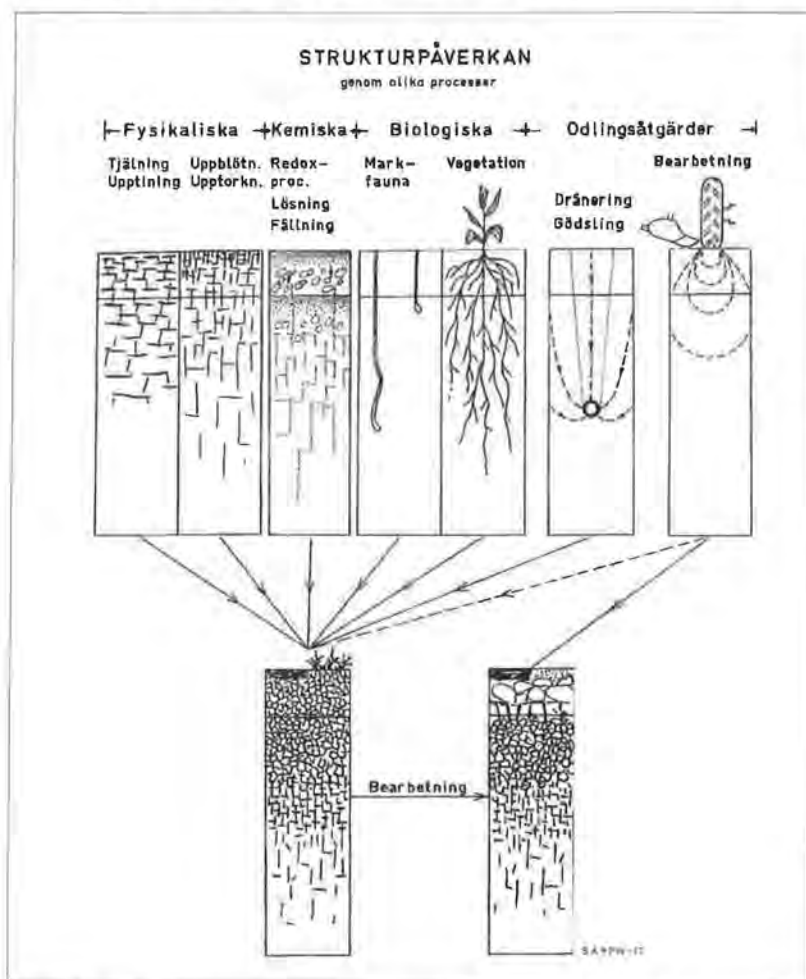
positiv som negativ riktning. Ett ut hålligt odlingssystem bör upprätthålla en god struktur i marken och allra helst förbättra den. I figur 2 (se nästa sida) illustreras hur man med odlingssystemet kan påverka markstrukturen i en gynnsam riktning.

Går markstruktur att mäta?

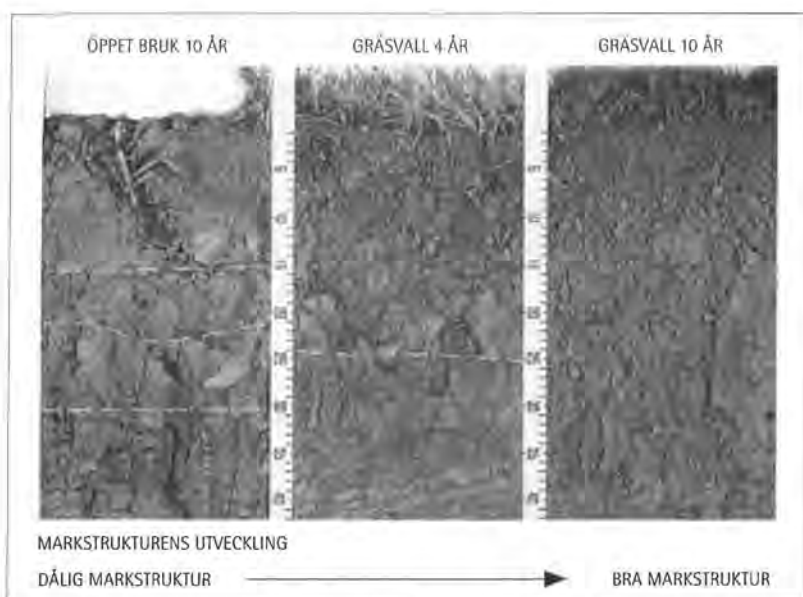
Att mäta markstruktur är svårt eftersom marken är ett komplicerat system som påverkas av många olika faktorer. En för praktiken och rådgivningen framkomlig väg kan istället vara att försöka värdera vilken effekt odlarens åtgärder har på markstrukturen. Markstrukturindex är en metod för att göra detta.

Markstrukturindex

Indexet består av tre delar, en grundförbättringsdel, en odlingssystemdel och ett enkelt markstrukturtest i fält. Fälttesterna är ett redskap som brukaren kan använda för att följa markstrukturens utveckling och lära känna sin jord bättre. Indexet skall i första hand användas som ett utvärderingsinstrument på den enskilda gården/fältet för att ex simulera vad en förändring av odlingssystemet har för långsiktiga effekter på markstrukturen. En ökning av indexet innebär att alternativet är mer positivt för markstrukturen än det nuvarande systemet, en minskning det motsatta. Själva förändringen av indexet är alltså viktigare än det exakta indexvärdet gården eller fältet erhåller. Opåverkbara bördighetsfaktorer såsom klimat, jordart etc inverkar på indexets utfall, liksom vissa faktorer som påverkas långsamt som t ex mullhalt.



Figur 1. Markstrukturen påverkas av många olika faktorer (Sigvard Andersson & Paul Wiklert, Inst f markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 1972).



Figur 2. Markstrukturens utveckling i en styv lera. På fältet i öppet bruk är strukturen kokig i motjorden och den övre alven är klart skiktad. Efter 10 år med gräsvall har jorden en fin aggregatstruktur genom hela profilen (efter Wiklert, 1962).

Odlingsåtgärderna påverkar markstrukturen

Odlingssystemdelen har prövats på pargårdarna i 4T-projektet där de grundläggande förutsättningarna var desamma inom paren. Utgångspunkten i indexet är att växternas rotproduktion, upptorkning av markprofilen och återförsel av organiskt material är positivt samt att bar ofrusen mark, marköverfarter och markbelastningar är negativt för markstrukturen (tabell 1).

Tabell 1.
Odlingssystemindexets sex faktorer och de indexvärden de kan anta

Faktor	"Min-värde"	"Max-värde"
+ Tillförsel av organiskt material	0	+10,0
+ Rotmängd	0	+10,0
+ Upptorkning av markprofilen	0	+10,0
- Bar ofrusen mark	0	-10,0
- Markpackning	0	-13,3
- Antal överfarter	0	-6,7

I beräkningarna utgår man från gårdens klimat, jordart, växtföljd, maskinpark, bearbetningssystem etc. De olika delarna i indexet korrigeras med olika koefficienter och den sum-

merade effekten vägs till slut ihop till ett odlingssystemindex. De olika faktorernas långsiktiga inverkan på markstrukturen värderas lika för organiskt material, rotmängd, upptorkning och bar ofrusen mark. Packning värderas högre och överfarter lägre.

Fördel plusgård

I tabell 2 sammanfattas hur odlingssystemindexet fallit ut på pargårdarna. I huvuddelen av paren har plusgårderna ett högre index än medelgårderna. De mest markanta skillnaderna

syns i par 2 och par 3. De har också störst skillnader i sina odlingssystem. Plusgårderna i par 3 har extremt högt odlingssystemindex. Den är den enda av samtliga gårdar där vall ingår i växtföljden. Dessutom är markbelastningarna där små. I par 6 har medelgårderna fått klart bättre resultat än plusgårderna. Den främsta orsaken är att medelgårdernas maskiner orsakar mindre alvpackning (tex tvåradig betupptagare jämfört med sexradig).

Tabell 2. Odlingssystemindex för pargårdarna i 4T-projektet

Par	Plusgård	Medelgård	Fördel
1	-2,3	-2,0	"lika"
2	+0,4	-3,8	plusgård
3	+5,4	-1,8	plusgård
4	+2,1	+1,3	plusgård
5	+0,9	+1,4	"lika"
6	-0,7	+2,7	medelgård
7	+0,7	-1,7	plusgård

Vall positivt

De mest markanta skillnaderna finns i par 3 (tabell 3). Plusgårdens växtföljd ger ett starkt positivt värde, +5,4 och medelgårdens index blev tydligt negativt, -1,8. Båda gårdarna har en sexårig växtföljd där betor återkommer vart tredje år. Därutöver skiljer sig växtföljderna åt ganska mycket. Plusgårderna har tvåårig vall (1/3 av växtföljden). Medelgårderna

Tabell 3. Odlingssystemindex för par 3 i 4T-projektet

År	Gröda	Org mtrl	Rötter	Upptorkning	Bar-mark	Packning	Överfarter	Summa för gröda	Medel för växtföljd
Plusgård									
1995	Vall	1,0	6,6	9,0	0,0	0,0	-2,3	14,3	
1996	Vall	0,8	5,6	9,0	0,0	0,0	-2,3	13,1	
1997	Sockerbetor	6,1	0,4	6,5	-5,2	-2,7	-3,7	1,5	
1998	Vårkorn	1,4	4,4	0,7	-1,6	-2,6	-3,3	-1,1	
1999	Höstvete	5,0	6,0	5,8	-2,0	-2,7	-5,3	6,8	
2000	Sockerbetor	7,1	0,4	6,5	-9,3	-2,7	-4,0	-1,8	
Summa växtföljd			21,4	23,4	37,5	-18,1	-10,7	-20,9	5,4
Medelgård									
1995	Höstråg	4,2	5,6	5,3	-2,0	-5,8	-2,3	5,0	
1996	Sockerbetor	5,3	0,3	6,5	-5,2	-8,0	-4,0	-5,0	
1997	Konservvärt	0,9	1,1	4,7	-5,8	-9,8	-2,3	-11,3	
1998	Höstraps	3,5	4,7	3,5	-1,3	-5,8	-3,3	1,3	
1999	Höstvete	4,5	6,0	5,8	-2,4	-2,7	-3,3	7,8	
2000	Sockerbetor	5,6	0,4	6,5	-9,2	-8,0	-4,0	-8,7	
Summa växtföljd			24,0	18,2	32,3	-25,9	-40,1	-19,2	-1,8



Foto: Robert Olsson, SBU

Organiskt material är bra för markstrukturen och bäst är vallen.

har mer spannmål (endast höstsådd) och dessutom konservärt.

Skillnaderna mellan gårdarna kan dels förklaras med de grödor som ingår i växtföljden, dels med de maskiner som körs på fälten. Plusgårdens exceptionellt positiva indexvärde beror till stor del på den tvååriga



Foto: Jens Blomquist, SBU

Gräv där Du står! Prova markstrukturtestet!

Mer information finns på hemsidan:

www.mv.slu.se/MSI

Där kan Du bli ladda ned instruktionerna till Markstrukturtest i fält och göra ett snabbtest av strukturillståndet i Din egen jord genom att besvara frågorna i frågeformuläret "Hur mår Din jord?".

vallen. Den producerar stor mängd rötter, har mycket positiv inverkan på upptorkningen av markprofilen samt täcker marken året om. Dessutom tar man på gården ifråga endast en vallskörd (som inte orsakar någon alvpackning), återväxten betas och antalet överfarter är få.

Konservärt negativt

Plusgårdens bearbetningar medför överlag extremt lite alvpackning eftersom man har relativt små maskiner och redskap. Medelgården, å andra sidan, har flera stora maskiner som orsakar mycket packning. Dessutom ingår konservärt i växtföljden vilket har flera negativa effekter på de parametrar som ingår i markstrukturindexet: lite organiskt material, lite rötter, mycket bar mark och en



Foto: Robert Olsson, SBU

Körning med tunga maskiner innebär en ökad risk för alvpackning.

tung ärttröska som orsakar mycket alvpackning. Trots högre skördar (i synnerhet betor) blir nettot av organiskt material lägre på plusgården. Detta beror på att man där bortför halmen från skiftet när vårkorn och höstvetet odlats, dvs 3 år av 6. Till höstvetet tillförs stallgödsel, det bidrar med lite mer organiskt material än vad som tas bort med halmen. Ingen halm bortförs och ingen stallgödsel sprids på medelgården. Antalet överfarter för hela växtföljden är något fler på plusgården.

Sexradiga upptagare packar mycket

Plusgårdarna i par 1 och 6 är de enda gårdarna med sexradiga självgående betupptagare, vilka kan orsaka stor alvpackning. Gårdarna har antagligen haft en lättare betupptagare innan, eftersom de sexradiga är relativt nya på marknaden. Den föregående upptagaren kan ha haft större inflytande på den markstruktur som är i dagsläget (indexet visar ju vad som sker långsiktigt). En simulering med treradiga traktordragna betupptagare (vikt på 7,5 ton + 7,5 ton i maxlast) visar på en stor skillnad i odlingssystemindex. Indexet för plusgården i par 1 blir då +0,6, dvs mycket högre än medelgårdens. Plusgården i par 6 får ett index på +1,6, fortfarande lägre än medelgården men skillnaden blir då mindre.

Odlarnytta av 4T:

4T

Beräkningarna i markstrukturindexet visade att:

- brukaren kan påverka markstrukturen med sina åtgärder
- i huvuddelen av paren har plusgården högre index än medelgården
- vall i växtföljden är positivt
- man bör undvika stora och tunga maskiner
- så mycket organiskt material som möjligt bör stanna på fältet

Så när såfönstret öppnas

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Tidig sådd är A och O för att nå höga skördar. Men riskerna får inte vara större för att man sår tidigt. Plusgårdarna i parstudien visade att det går att kombinera tidig sådd med litet risktagande, högre plantantal, snabbare uppkomst och högre marktäckning av den solfångande blasten.

Sockerbetornas uppkomst och etablering är det direkta resultatet av odlarens åtgärder före och i samband med sådden kombinerat med val av såtidpunkt. Det finns mycket som kan gå snett under denna viktiga fas i sockerbetornas liv. Bland annat ska såbäddsberedningen resultera i en tillräckligt fin aggregatfördelning i såbädden för att ge skydd mot avdunstning. I de flesta fall bereder detta inte några större problem.



Frötäckningen. Frötäckningsmätningen gjordes efter uppkomst när betorna hade hjärtblad och det enkelt gick att skära av betan vid markytan och mäta avståndet ner till fröet.

Foto: Jens Blomquist, SBU.



Foto: Jens Blomquist, SBU.

Såbädden. Så fort såmaskinen hade lämnat betfältet mätte vi bearbetningsdjup, undersökte aggregatfördelningen och tog prover på vattenhalt och porositet.

Såtidpunkt viktigare än harv

Värre kan det bli om det regnar efter sådd och skorpa drabbar betfälten. En engelsk forskare på jordbearbetning konstaterade luttrat efter flera års noggranna undersökningar av såbäddar, att effekterna av väderleken vida överstiger effekterna av såbäddsberedningen. Odlarens största möjlighet att påverka resultatet ligger därmed i valet av såtidpunkt och inte i valet av harv. Till detta kan vi lägga den franska kunskap som säger att varje dag med skorpa i betfälten försenar betornas uppkomst med 0,7 dagar. Och att de försinkade betplantorna som har hamnat på efterkälken av skorpan under resten av säsongen också tillväxer sämre. Med detta i bakhuvudet kan vi bara konstatera att säkrare väderprognoser är en nåd att stilla bedja om för framtidens betodling. Tills vidare får vi nöja oss med de väderprognoser som vi är begåvade med och göra det bästa av situationen.

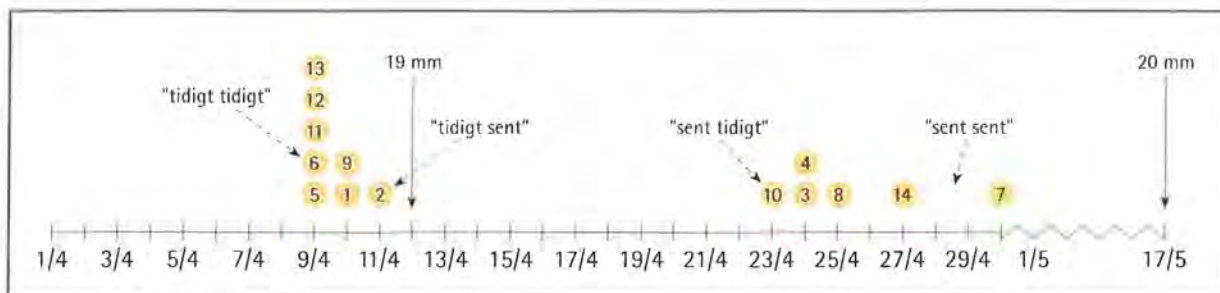
Fokus på grunden

Under de tre åren 1998-2000 lade vi i 4T-projektets parstudie stor vikt vid att undersöka hur såtidpunkt, såbäddar, uppkomst, etablering av bestånden och beståndens blastutveckling förhöll sig på de 14 pargårdarna. Syftet var att utröna hur förhållandena vid och efter sådd avgjorde sockerskörden, men också om det fanns några skillnader mellan gruppen plusgårdar och gruppen medelgårdar.

Noggrant undersökta

Så fort lantbrukarna hade sått sitt betstycke var vi på plats och undersökte såbädden. Då mätte vi bearbetningsdjupet och aggregatstorleksfördelningen. Vidare tog vi ut prover för bestämning av porositeten i bearbetningsbotten och vattenhalten i både såbädd och bearbetningsbotten.

När de första betorna tittade upp mätte vi frötäckningen genom att skära av betorna i höjd med mark-



Figur 1. Vårbruket 2000 i parstudien längs en tidsaxel. Siffrorna i ringarna anger de 14 gårdarnas nummer och markerar utefter tidsaxeln deras sådatum.

ytan och mäta avståndet från betfröet till markytan. Då startade också uppkomsträkningarna som gjordes varje dag under uppkomstfasen. När beståndet var etablerat gick vi över till att mäta marktäckningen – hur stor del av marken som täcktes av blast – genom att fotografera blasten med en digitalkamera. Sammantaget fångade vi därmed både såbäddens egenskaper och hur uppkomst och tillväxt fortskred.

Vårbruk på en rät linje

Eftersom såtidpunkten och förhållandena efter sådd är avgörande för uppkomsten och därmed skörden, kan ett enkelt men illustrativt sätt att visa ett vårbruk vara som i figur 1 ovan.

Här visas när de 14 gårdarna sådde under det sista fältåret för parstudien, år 2000. För gårdarna som såd-

de i det första såfönstret var regn och skorpa det största problemet. För gårdarna som sådde i det andra såfönstret var torka och dålig groning det största problemet. År 2000 kan därmed tydligt exemplifiera de två största hindren för etableringen av jämna sockerbetsbestånd.

Tidigt tidigt – inte tidigt sent

Det första såfönstret öppnades den 9 april och stängdes igen den 12 april då det föll strax under 20 mm regn i sydvästra Skåne. Med regnet kom en skorpa som ett brev på posten och för gårdarna som sådde under dessa tre dagar var därför plantantalet den variabel som var starkast kopplad till en hög sockerskörd. Plantantalet påverkades i sin tur positivt av en tidig sådd inom såfönstret 9-11 april, en djup bearbetning, en torr markyta och en porös bearbetningsbotten.

Gårdarna som sådde den 9 och 10 april hann med att etablera bestånd som gav tillräckligt höga plantantal, medan sådd den 11 april resulterade i problem med skorpa. Så var fallet för gård 2. Men för gård 7, som också sådde första gången den 11 april, blev skorpan så besvärande att om-sådd den 30 april var enda utvägen. För den betodlare som sår tidigt gäller det alltså att sår tidigt tidigt – när såfönstret öppnas – inte tidigt sent – när såfönstret stängs och regnen nalkas. För den gamla sanningen, att jorden måste få stabilisera sig i ytan en eller ett par dagar efter sådd, går inte att rucka på.

Inget hazardspel med fröplaceringen

Efter regnet den 12 april 2000 gick det inte att sår igen förrän den sista veckan i april när ett andra såfönster öppnades. Bland de gårdar som sådde då var problemen de omvända. Det blev mycket torrt efter sådd och inget regn föll förrän den 17 maj. Utslagsgivande för en hög sockerskörd för de gårdar som sådde mellan den 23 och 30 april var en finbrukad såbädd, en fröplacering som låg nära bearbetningsbotten, mycket växttillgängligt vatten i bearbetningsbotten och – återigen – en tidig sådd inom såfönstret den 23-30 april. Dessa framgångsfaktorer resulterade i få dagar för beståndet att nå 20 procents marktäckning och gav en hög marktäckning i mitten av juni som i sin tur belönade odlarna med en högre skörd. Av detta går att lära, att med en noggrann fröplacering i fuktig jord spelar man inte hazard!



Foto: Jens Blomquist, SöU

Marktäckningen. När beståndet hade etablerat sig och betorna utvecklade sina blad fotograferade vi blasten med digitalkamera och räknade ut hur stor del av markens yta som täcktes av blast.

Avgörande skillnader

Varje år är unikt och det kan vara vanskligt att dra för stora växlar på ett enda år. Men de variabler som var utslagsgivande i exempelåret 2000, gick också att utkristalisera som framgångsfaktorer för sockerskörden de båda tidiga åren 1998 och 1999. Dessa var:

- Sådatum
- Fröplacering – om torrt efter sådd
- Daggrader från sådd till 45 000 pl/ha
- Plantantal – om regn efter sådd
- Dagar från sådd till 20 procents marktäckning
- Beståndets marktäckning den 15 juni
- Beståndets marktäckning den 5 juli

Med avseende på dessa sju variabler fann vi stora skillnader mellan gruppen av plusgårdar och gruppen av medelgårdar, vilka sammanfattas i tabellen.

Plusgårdar sådde tidigare...

Gruppen plusgårdar sådde i medeltal för de tre åren 1998-2000 fyra dagar före gruppen medelgårdar. Dessutom placerade plusgårdarna generellt fröna närmare bearbetningsbotten än medelgårdarna. Detta mått kallar vi sådjupsindex och är frötäckningen delad med bearbetningsdjupet. Ett sådjupsindex på 100% betyder alltså att sockerbetsfröna ligger exakt på bearbetningsbotten. Antalet daggrader mellan sådd och 45 000 plantor per hektar var också lägre på plusgårdarna. Daggraderna adderas från sådden och bara temperaturer över 3 plusgrader,



Precis placering. Noggrannhet från såbäddsberedning till sådd karakteriserade den här gården med en exakt fröplacering i fuktig jord.

Foto: Jens Blomquist, SBU

då betan vaknar till liv, räknas med. Det krävdes i genomsnitt 14 daggrader mindre för bestånden på plusgårdarna att nå 45 000 plantor per hektar, det vill säga uppkomsten var snabbare.

...och fick högre marktäckning

Också det slutliga plantantalet var signifikant högre på plusgårdarna, liksom marktäckningsutvecklingen som även den var snabbare på plusgårdarna. För att nå 20 procents marktäckning från sådden, krävdes 53 dagar på plusgårdarna och 55 dagar på medelgårdarna. I mitten av juni hade plusgårdarna bestånd som täckte marken till 31 procent medan bara 18 procent av marken var täckt på medelgårdarna. Också den slutliga marktäckningen var högre på plusgårdarna, även om skillnaden inte var lika uttalad. Resultaten av marktäckningsmätningarna visade att plusgårdarna som grupp hade en



Fiende nr 1. Skorpa var ett återkommande problem på både plus- och medelgårdar, men gemensamt för alla gårdar var att 1-2 dagar med soligt väder efter sådd minskade risken avsevärt för hård skorpa.

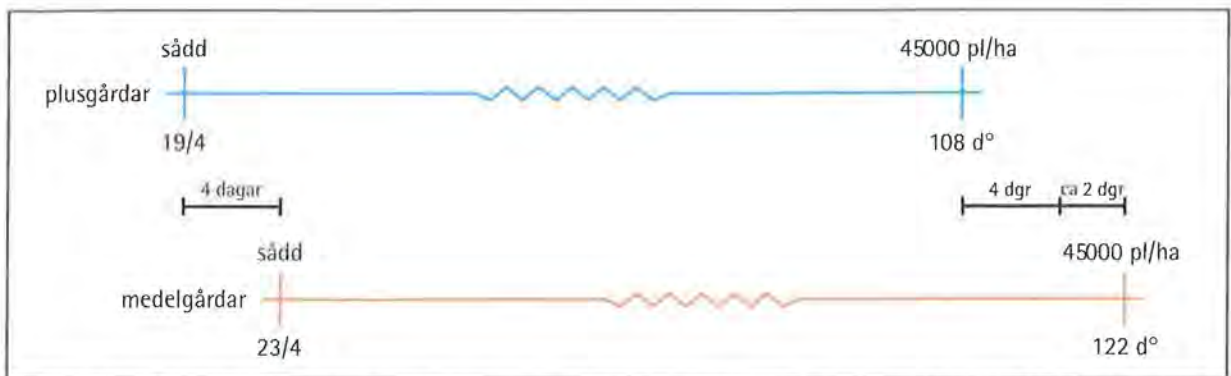
Foto: Jens Blomquist, SBU



Fiende nr 2. Fröplacering utan kontakt med fuktig jord var också ett återkommande problem. På denna gård grodde inte fröna förrän regnet kom och räddade uppkomsten 14 dagar efter sådd.

Foto: Jens Blomquist, SBU

Variabel	Plusgårdar	Medelgårdar
Medelsådatum	19 april	23 april
Sådjupsindex = frötäckning/bearbetningsdjup	87%	78%
Daggrader från sådd till 45 000 pl/ha	108 d°	122 d°
Slutligt plantantal	84 200 pl/ha	77 900 pl/ha
Dagar från sådd till 20% marktäckning	53 dagar	55 dagar
Marktäckning den 15 juni	31%	18%
Marktäckning den 5 juli	76%	68%



Figur 2. Plusgårdarna sådde tidigare men fick trots det upp sina betor snabbare. Försprånget på 4 dagar i såtidpunkt utvidgades därmed till cirka 6 dagar innan halvt bestånd nåddes.

bättre tidig beståndsutveckling och därmed en större potential för en högre sockerskörd.

Segare uppkomst i medelgruppen

Egentligen är såtidpunkten inte det avgörande utan tidpunkten när betorna kommer upp och kan börja fånga in solljuset. En tidig sådd brukar förknippas med längre tid för betorna att komma upp. Men skärskådar man tabellen så finner man att plusgårdarna både sådde tidigare och fick upp betorna snabbare. Det är en bekräftelse. Ett sätt att illustrera detta faktum på visas i figur 2 på nästa sida.

Det tog som nämnts ovan bara 108 daggrader på plusgårdarna att nå 45 000 plantor per hektar men 122

daggrader på medelgårdarna. Skillnaden på 14 daggrader motsvarar ungefär två dygn med en normal aprilmedeltemperatur på 10°C. Skillnaden i såtidpunkt på 4 dagar utvidgades således till 6 dagar innan ett halvt sockerbetsbestånd var etablerat på plus- respektive medelgårdarna. Skorpa, och mindre exakt fröplacering kan vara två förklaringar till den försenade uppkomsten på medelgårdarna, men större angrepp av både insekter och svamp bidrog säkerligen också.

Tidigt och säkert viktigt

I denna del av parstudien som koncentrerades på tiden från sådd till färdigt bestånd fann vi ganska klara skillnader mellan grupperna av plus-

och medelgårdar. Inga revolutionerande nyheter framkom – skorpa och fröplacering är gamla käpphästar i beträdgivningen. Men en hel del matnyttig kunskap kan lyftas fram som recept för att nå högre skördar. En fråga som infinder sig är varför man väljer så olika såtidpunkt på olika gårdar. Den ytterst begränsande faktorn är självklart vilken såkapacitet som finns tillgänglig på gården och inom det betodlande området timma för timma. Men även med detta i medvetandet finns det frågetecken kvar. En god dränering på fälten är utan tvekan grunden för en tidig sådd. Det är en första förutsättning. Men lika mycket betyder kanske den mentala inställningen för viljan att satsa lite extra krut genom en tidigare sådd. Här är säkerheten A och O för att man ska våga. Och på den fronten kommer sockernäringen att satsa hårt de närmaste åren.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Sådden. Vackert väder vid sådd är bra, men lika viktigt är sol och torrt åtminstone 1-2 dagar efter sådden.

Odlarnytta av 4T:



Plusgårdarnas högre skördar jämfört med medelgårdarna byggdes upp genom att de:

- sådde tidigare
- placerade fröna närmare bearbetningsbotten vid sådd
- hade snabbare uppkomst bland annat genom att de i högre utsträckning lyckades undvika skorpa
- hade högre marktäckning i mitten av juni

Skarp skorpa stjäl socker

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Skorpa till följd av sen sådd, rotbrandssvampar, djup frötäckning och lågt pH satte P för skörden. Det är facit av den odlingssystemdemonstration som genomfördes som avslutning på projekt 4T under 2001. Lärdomen är att med en tidig sådd och säker etablering är halva slaget vunnet.

Projekt 4T – Tillväxt Till Tio Ton – gick in för landning under 2001. Då skulle alla siffror och data sammanställas från de fyra tidigare årens undersökningar i fält. Utöver sammanställning och utvärdering fanns målet uppställt från uppdragsgivarna i Sockernäringsens Samarbetskommitté, att visa på några av resultaten av projekt 4T i en demonstrationsodling i fält. Samt att visa att det genom odlingsåtgärder går att nå skörden 10 ton utvinnbart socker per hektar.

Problemfält valdes

Valet av fält föll på ett skifte i Råby öster om Lund som skulle bära sockerbetor år 2001. Anledningen till att valet föll på just det fältet var att där fanns en rejält tilltagen vändteg med en gröntråda bestående av klöver och gräs, som kunde utnyttjas som förfrukt i en demonstration. Eftersom vi redan från projektstarten trodde på den nyttobringande effekten på jord och sockerbetor av en sådan gröntråda, föll sig valet naturligt. Detta skulle emellertid visa sig ganska ödesdigert eftersom fältet var nerlusat med rotbrandssvampar och jorden var svårbrukad och knepig.

Andra åtgärder än förfrukt

Gröntrådan användes i en demonstration av olika förfrukter till sockerbetor. Men det var inte den demonstrationen som fokus kom att hamna



Foto: Jens Blomquist, SRI

Kalkning. Den 7 mars 2001 kalkades odlingssystem 6 på tjäle med 3,1 ton Nordkalk Positiv. Det är en blandprodukt av släckt kalk och kalciumkarbonat som förutom att höja pH i marken också har en strukturverkan på jorden och en bekämpande effekt på rotbrandssvampar.

på under odlingssäsongen 2001. Det var i stället den demonstration som kretsade kring tidig sådd och säker etablering. Vi döpte den till odlings-systemdemonstration, vilket kan förefalla aningen pretentiöst. Begreppet odlingssystem innefattar fler aspekter på odlingen än de odlings-tekniska grepp – såtid, frötäckning, skorpa, kalkning – som förevisades i denna demonstration.

Kalk på tjäle

De sex olika odlingssystemen (os) som visades framgår av figur 1. I den övre delen finns såtidpunkter och andra viktiga händelser utefter en tidsaxel. I den undre delen finns frötäckningen illustrerad. Det första som hände var att os 6 kalkades på tjäle den 7 mars med 3,1 ton per hektar Nordkalk Positiv, som är en blandprodukt med både släckt kalk och kalciumkarbonat. Så fort som kalkspridaren lämnade fältet brukades

kalken ner med en styvpinnsladd lite snett mot både spridningsriktning och sårriktning. Sen lämnades fältet i väntan på sådd. I maj togs ett jordprov ut på den yta som kalkades i os 6 och ett jordprov togs ut som samlingsprov i os 3, 4 och 5 som inte fick någon kalk. Dessa båda prov visade att pH hade stigit med 1 enhet från pH 6,5 till pH 7,5.

Tidig och säker sådd

Så fort vi skrev april månad var vi beredda på sådd, men den första veckan i april lovade prognoserna så pass mycket regn att vi avstod. Prognoserna ljög emellertid och de utlovade regnmängderna föll aldrig så det hade gått fint att så. Den 9 april var emellertid första dagen i en rad av utlovade soliga dagar och då passade vi på att så os 6 som hade kalkats en dryg månad tidigare. Fröna lade vi på ett djup av 2,5 cm. Före sådd djupmyllade vi ProBeta NPK med en Rapid.

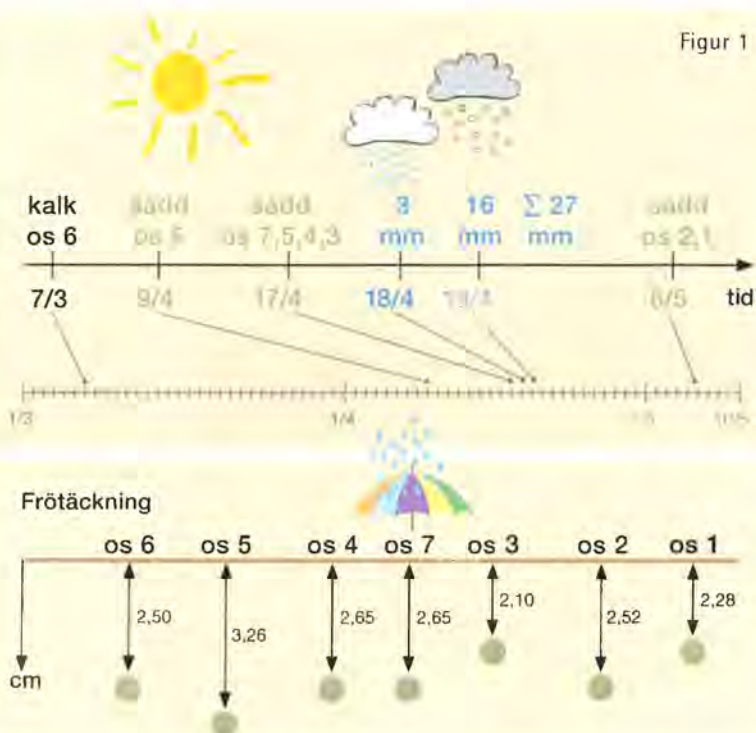
Detta var måndagen i påskveckan och många passade på att så de följande dagarna med goda resultat i uppkomst, eftersom vädret var stabilt.

Halvtidig och osäker sådd

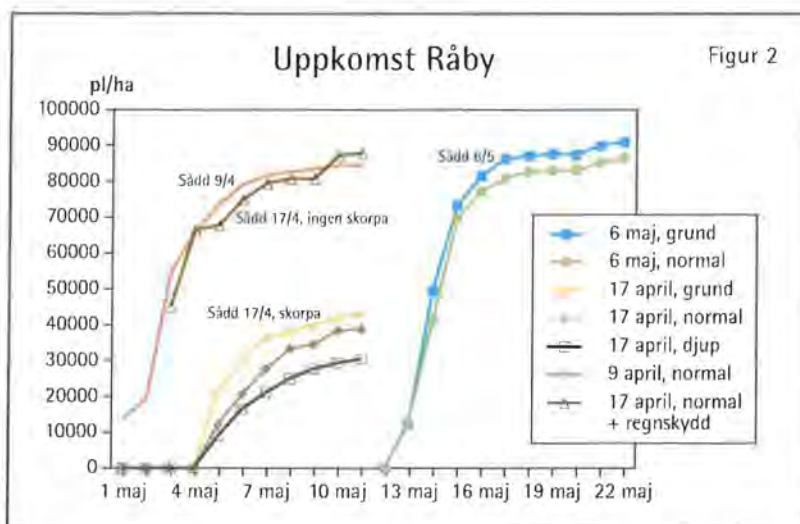
För att illustrera risken med sådd alltför nära regn gjorde vi en andra sådd den 17 april vilket var dagen efter påskhelgen. Då var prognoserna återigen osäkra men lutade åt regn. Vi sådde betorna med tre olika frötäckningar – djup (os 5), normal (os 4) och grund (os 3) – vilka framgår av figur 1. Den normala frötäckningen skulle motsvara den i det tidigt sådda os 6. I dessa led breddspreds N34 och Besal före sådden. När vi hade sått färdigt ställde vi ut en låg traktorvagn och spikade fast presenningar på sidorna av vagnen för att skydda mot det regn som hade utlovats. Den ytan blev därmed ett eget litet odlingssystem (os 7). Natten efter sådden föll 3 mm regn och natten därefter föll ytterligare 16 mm i form av regn och blötsnö. Under resten av april månad kom sedan fortsättningsvis 27 mm innan det gick att så igen den första veckan i maj. Den 6 maj sådde vi några drag till på fältet med två olika frötäckningar. Dessa blev emellertid så snarlika att bara os 2, med ungefär samma frötäckning som os 6 och os 4, skördades i oktober.

Skarp skorpa

De förstsådda betorna från den 9 april i os 6 började komma upp den sista dagen i april (figur 2). Därefter följde en jämn och snygg etablering av beståndet trots att fröna hade legat i marken i tre veckor. Det slutliga plantantalet landade på 84 tusen planter per hektar. Betorna som såddes inför regnet den 17 april hade det betydligt tuffare. Där slutade plantantalet på som bäst 48 tusen planter per hektar i os 3 där fröna placerades grunt. I os 4 med normal frötäckning minskades plantantalet till 42 tusen planter per hektar. Allra sämst gick det där fröna placerades djupt. Där blev plantantalet bara 34 tusen planter per hektar. Orsaken till dessa usla plantantal var den hårda skorpan som



Förloppet. I demonstrationen i Råby 2001 fanns sju olika odlingssystem (os). Det första – os 6 – kalkades på tjäle i mars och såddes den 9 april i början av en period med sol och vackert väder. Den 17 april – i slutet av den stabila perioden – såddes på nytt med tre olika frötäckningsdjup, vilket blev os 3, 4, och 5. En yta skyddades mot regn och döptes till os 7. När det åter gick att så i maj såddes två led till med två olika frötäckningar – os 1 och 2.



Uppkomsten. Betorna som såddes tidigt men i början av en stabil period etablerades bra och nådde 84 tusen planter per hektar. Betor som såddes i slutet av den stabila perioden drabbades av skorpa och nådde bara mellan 34 och 48 tusen planter per hektar. Här var det frötäckningen som avgjorde det slutliga plantantalet – varje centimeter djupare frötäckning innebar 12 tusen förlorade planter. I os 7 som skyddades mot regn blev däremot beståndet perfekt med över 90 tusen planter per hektar. De sistsådda betorna i maj nådde också upp i dessa nivåer.

blev resultatet av sådd alltför tätt in på regn. Under skorpan stod krokiga betor och tynade bort. I bjärt kon-

trast mot dessa tre odlingssystem stod betorna i os 7, som hade regnskyddats veckorna efter sådd med



Foto: Jens Blomquist, SBU

Ingen skorpa. Där marken skyddades mot regnet, som kom dagen efter sådd, var uppkomsten perfekt och ytan lika lucker som i vårbruket...



Foto: Jens Blomquist, SBU

Skarp skorpa. ...men utan skydd mot regnet efter sådden blev skorpan mycket hård och...

hjälp av traktorvagn och presenningar. Här var ytan lucker och mjuk och betorna etablerade sig på nivån 90 tusen plantor per hektar.

Lömsk svampattack

De tidigt sådda betorna etablerades alltså bra och med ett bestånd på över 80 tusen plantor per hektar fanns en grund att stå på, för att bygga upp en skörd. I mitten av maj slutade dessa betor emellertid att växa. Ganska snart förstod vi att det handlade om rotbrandssvampar som sakta ströp de späda betplantorna. I denna veva framkom också att skiftet hade burit sockerbetor tre år av de senaste sex, nämligen 1996, 1998 och 2001. En gammal skiftesgräns klöv dessutom rakt genom demonstrationen

och på andra sidan gränsen hade det odlats sockerbetor 1995 och 1998 före sockerbetorna 2001. Det skilde alltså ett år i växtföljd mellan sockerbetorna på varsin sida om den gamla skiftesgränsen som klöv demonstrationen. De värsta angreppen fanns givetvis på den sida där det hade vuxit sockerbetor 1996 vilket visade på vikten av en ordnad växtföljd.

Ojämn kalk

I slutet av maj och början av juni antog det kalkade och tidigt sådda os 6 ett randigt utseende som berodde på en ojämn tillväxt. I vissa stråk växte betorna hyggligt medan de stod helt stilla i andra stråk. Vi konsulterade Lars Persson på Findus R & D, vars undersökningar kunde konstatera att

det fanns gott om svamp i de stråk där betorna inte växte, men mycket mindre svamp där de växte. Ränderna i fältet följde riktningen på kalknedbrukningen med styvpinnsladden. Med stor sannolikhet var det alltså en ojämn och otillräcklig fördelning av kalken som visade sig i att vissa betplantor växte bra och andra inte alls. Den släckta kalken har nämligen inte bara effekt på markens pH, utan också en direkt bekämpningseffekt på *Aphanomyces cothioides*, rotbrandssvamp i sockerbetor.

Återhämtning under sommaren

Efter midsommar försvann randigheten i os 6 efterhand som betorna hämtade sig från svampangreppen och bredde ut bladen. I os 3, 4 och 5



Foto: Jens Blomquist, SBU

Knycklad beta. ...betorna under skorpan fick kämpa för att komma upp. Några lyckades men de flesta dukade under i zick-zack-formation.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Svampangripen beta. Rotbrandssvamparna attackerade betorna och krävde sin tribut i skörd. Men kalkningen visade att den både kunde höja pH i matjorden och sänka angreppen av svamparna.

med skorpproblemen växte betorna också, men de låga plantantalen begränsade utvecklingen av beståndens solfångande blast. Undantaget var det regnskyddade os 7 som utgjorde en grön ö i en i övrigt ganska steril öken. De sistsådda betorna i os 2 utvecklades trots sådd den första veckan i maj ganska bra, tack vare ett jämnt bestånd.

Stora skördeskillnader

I mitten av oktober skördades de olika odlingssystemen i demonstrationen. Det är en knepig uppgift att tolka resultaten av en demonstration som inte förlöpte enligt planerna och där svampangreppen löpte amok. En tolkning kan vara såsom resultaten presenteras i figuren nedan, vars staplar ska läsas från vänster till höger. I os 6, som kalkades och såddes tidigt under bra förhållanden, nådde skörden trots motgångar under växtodlingssäsongen upp i 10,44 ton socker per hektar. I os 7, ledet som skyddades mot skorpa genom regnskyddet, blev skörden 8,25 ton socker per hektar. Skillnaden mot os 6 blev därmed nästan 2,2 ton socker per hektar. Ett sätt att tolka den skillnaden är att den senare såtidpunkten, det lägre pH-värdet i jorden och den bekämpningseffekt som kalkningen hade på svampangreppen i os 6 men inte i os 7, kostade nästan 2,2 ton socker.

Skorpan stal sockret

Nästa skördeförlust som går att uttala sig om är den som skorpan orsakade i os 4 jämfört med i os 7. Den skorpan ledde till att beståndet tappade nästan 50 tusen plantor per hektar medan förutsättningarna i övrigt var desamma. Skorpan roffade därmed åt sig 1,6 ton av sockerskörden. Den sista skördeförlusten som går att renodla enligt figur 3, är den mellan os 4 och 5. Det som skilde dessa två led var frötäckningsdjupet på 2,65 respektive 3,26 cm. Den högre frötäckningen brandskattade därmed sockerskörden med ytterligare 2 ton socker under de pressade förhållanden som rådde.



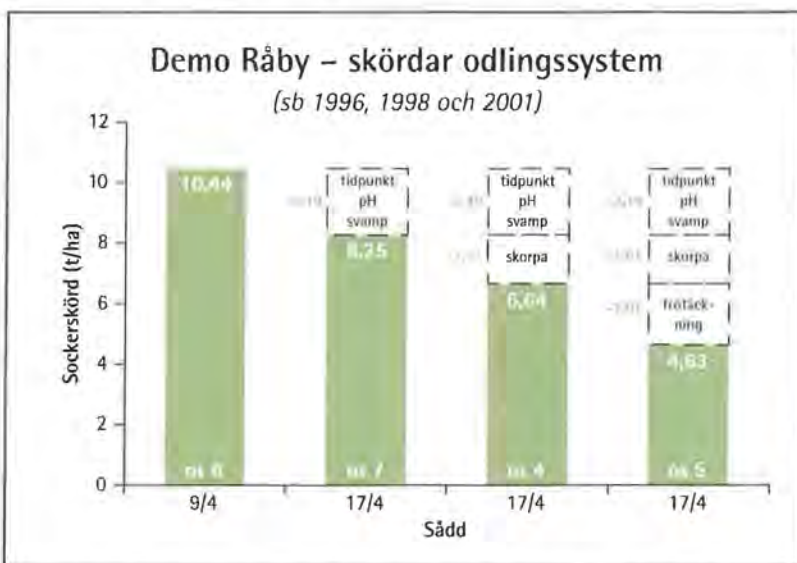
Foto: Jeris Blomquist

Nedbrukning. Direkt efter kalkningen brukades kalken ner med en styvpinnsladd på tvärs mot kalknings- och sårriktningen.

Så när fönstret öppnas

Sammanlagt visade odlingssystemdemonstrationen att små skillnader i åtgärder kan ge väldiga skillnader i skörd. Det föll samma antal millimeter nederbörd efter de båda sådderna den 9 och 17 april, men skorpan var helt annorlunda. Skillnaden i såtidpunkt på åtta dagar mellan den 9 och den 17 april hade självklart inte gett så stora utslag om väderförhållandena hade varit desamma direkt efter

sådden. Det är med andra ord lika viktigt med en klok sådd som en tidig sådd. En klok sådd har alltid varit – och kommer alltid att vara – i början av en stabil period med soligt och varmt väder. Det ger betorna en snabb start. Det gäller alltså att så betorna så fort såfönstret öppnar sig innan det stängs igen på grund av otjänligt väder. Att så just innan det stängs innebär osäkerhet och stora risker. Det är ingen betodlare betjänt av.



Resultaten. Där betorna såddes först och jorden hade kalkats i os 6, nådde sockerskörden upp i 10,44 ton per hektar. Med senare sådd, lägre pH och utan kalkens bekämpning av rotbrandssvamparna förlorades cirka 2,2 ton socker i os 7. Skorpan krävde sin tribut på cirka 1,6 ton socker per hektar vilket gjorde att skörden i os 4 bara nådde 6,64 ton per hektar. Den djupare frötäckningen i os 5 gjorde att ytterligare drygt 2 ton socker per hektar förlorades. Sammanlagt visar resultaten att odlingsåtgärderna vid sådd och etablering kan få stora utslag i sockerskörd.

Tidig marktäckning viktigt Utan blast ingen beta!

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Blasten är betans ovanjordiska sockerfabrik. Det är blasten som bäddar för en hög inlagring av kolhydrater. Men skorpa efter regn i kombination med tuffa ogräsbehandlingar kan sätta käppar i hjulet för en hög skörd.

Parstudien är ryggraden i 4T-projektet, där vi varje år noggrant har följt 14 sockerbetsfält. De är grupperade två och två i par, befinner sig på granngårdar med liknade jordar, men hade olika skördenivåer bakom sig när Parstudien startade. Den ena gården låg på traktens medelskörd, medan den andra hade en betydligt högre skörd. Av den anledningen kallas de medelgård och plusgård. Vi undersökte sådden, såbädden, uppkomsten, blastens marktäckning, insekter, svampar, dagmaskar, jordens fysikaliska status och vatteninnehåll, rotdjup och en massa andra faktorer. Under fyra år samlade vi in tiotusentals siffror med vars hjälp forskarna som vi samarbetar med på Alnarp och Ultuna hoppas kunna visa vad som gör att sockerbetorna trivs eller inte trivs.

En sak är dock säker redan nu – en hög marktäckning av blasten under den tidiga delen av säsongen är A och O för att ge en hög sockerskörd. Det är inget nytt. Att betorna ska täcka gångarna till midsommar känner varje betodlare till. Men att veta är en sak – och att kunna en annan.

I följande bildsvep illustreras hur två fält med liknande förutsättningar utvecklades till helt olika bestånd på försommaren 2000. Fotona är tagna i en av de sex skördeytor som vi hade i fältet, och som kan anas av bildsvepet var den fotograferade skördeytan

	Medelgård	Plusgård
Lerhalt i matjorden	16%	17%
Mullhalt i matjorden	2,8%	3,2%
pH i matjorden	6,7	7,2
Sådatum	9 april	9 april
Vattenhalt i markytan	7,4%	5,8%
Aggregat > 5 mm vid sådd	47%	52%
Aggregat < 2 mm vid sådd	37%	31%
Bearbetningsdjup	3,2 cm	3,6 cm
Skrymdensitet i såbotten	1,53 kg/dm ³	1,45 kg/dm ³
Datum 1:a ogräsbekämpning	30 april	28 april
Dos 1:a ogräsbekämpning	1,5 Pyramin 2,5 Betanal 1,0 Olja	1,0 Goltix 1,0 Betanal 0,8 Olja
Andel friska plantor den 18 maj	43%	80%

sämlare än fältet i övrigt på medelgård. Fältet som helhet höll högre klass. Som exempel på vikten av att ha ett jämnt plantbestånd med friska plantor får det dock duga. Förutsättningarna sammanfattas i tabellen ovan.

Som framgår av tabellen hade gårdarna nästan samma lerhalt och sådde samma dag. Men regnet om cirka 20 mm som föll tre dagar efter sådden skapade en skorpa som blev ganska skarp på medelgård, medan skorpan blev rätt harmlös på plusgård. Orsaken kan man bara gissa sig till, men en kombination av lägre mullhalt och lägre pH i matjorden, aningen våtare i markytan och en något mer finbrukad jord på medelgård efter dubbla överfarter med en Concorde gjorde säkert sitt till. Lägg därtill att bearbetningsdjupet på medelgård var grundare och skrymdensiteten i såbotten något högre, så kan man ana att det var svårare för regnet som föll att rinna undan. Skorpan satte i vilket fall som

helst P för de sockerbetsfrön som ville upp. Så beståndet på medelgård, i den skördeyta som fotograferades, slutade omräknat på 45 000 plantor per hektar. På plusgård var motsvarande siffra 77 000 plantor per hektar. Så redan på ett tidigt stadium var förutsättningarna högst olika.

När sedan den första ogräsbekämpningen skulle göras så valde man olika dagar och olika doser på de båda gårdarna. Plusgård var först ut och körde en standarddos med 1 Goltix och 1 Betanal plus olja den 28 april. Det var april månads dittills varmaste dag och maxtemperaturen på försöksgården Ädelholm nådde upp till 22 grader. Medelgård å sin sida körde 1,5 Pyramin och 2,5 Betanal plus olja två dagar senare, när kvicksilvret på Ädelholm visade 26 grader. Det var en tuff behandling som inte bara hade ihjäl ogräsen utan också fick betorna att kippa efter andan. Det framgår av den gradering som Lantbruksuniversitetet



Medelgård 15 maj.



Medelgård 18 maj.



Medelgård 23 maj.



Medelgård 26 maj.



Medelgård 31 maj.



Plusgård 15 maj.



Plusgård 18 maj.



Plusgård 23 maj.



Plusgård 26 maj.



Plusgård 31 maj.



Medelgård 5 juni.



Medelgård 9 juni.



Medelgård 15 juni.



Medelgård 19 juni.



Plusgård 5 juni.



Plusgård 9 juni.



Plusgård 15 juni.



Plusgård 19 juni.

Svar: Skörden i de fotograferade skörden blev 9,33 ton socker per hektar på medelgård och 11,48 ton socker per hektar på plusgård. På plusgård blev hälften som på medelgård och 11,42 ton socker på plusgård. Alla skördar uttryckta som utvinbart socker.

sitetet i Alnarp gjorde den 18 maj. På plusgårdens bedömdes 80 procent av plantorna vara friska, medan bara drygt 40 procent fick godkänt ur friskhetssynpunkt på medelgård. I den bedömningen kommer inte bara insektsangrepp med utan också skador av herbicider.

Kombinationen av lågt plantantal, tuff ogräsbehandling och låg andel friska plantor gjorde sedan att bestånden från mitten av maj till mitten av juni utvecklades med mycket olika takt. I mitten av juni när solinstrålningen är som högst, hade plusgårdens 55 procent av mar-

ken täckt av grön blast. Medelgårdens blast hade då bara 20 procent marktäckning, medan 80 procent av det livgivande ljuset föll platt till marken. Och skörden? Gissa själv efter att ha kikat på bilderna. Svaret finner du strax ovanför!

Friskast plantor vid snabb och tidig etablering

Hans Larsson, SLU, Alnarp



Foto: Hans Larsson, SLU

En frisk planta utvecklar sina hjärtblad snabbt och örtbladens tillväxt gör att plantan snabbt når förbi den kritiska etableringsfasen.



Foto: Hans Larsson, SLU

En planta som skadas av insekter blir lättare angripen av svamp och försvagas i sin motståndskraft mot herbicider. Den förlorar därigenom lite av sin skördepotential.

Plantetablering är en kritisk fas i betornas utveckling. Om betplantans etablering och tillväxt är tidig och snabb har den stora chanser att växa ifrån skadedjur och svamp och att klara av herbicidbehandlingen. Bästa indikationen på betfältets hälsa är andelen friska plantor.

Grundläggande för ett bra växtskydd i sockerbetor är en bra växtföljd, stabil struktur på jorden, högt pH och optimala näringsbetingelser. Dessa faktorer medverkar till en tidig och snabb tillväxt. Till detta kräver sockerbetan bra betningsmedel mot både svamp och insekter för att säkerställa ett jämnt bestånd.

Ogräs bör i möjligaste mån bekämpas när ogräsen är små för att

undvika alltför höga herbicidinsatser som skadar sockerbetornas tillväxt.

Beviset på god hälsa i betfältet är

en hög andel friska plantor. I 4T-undersökningarna visade sig denna faktor vara den enskilt starkaste faktorn för hög sockerskörd.

Skadedjur

Fakta jordlevande skadedjur

De jordlevande skadedjurens negativa effekter på sockerskörden kan motverkas av tidig uppkomst och tillväxt. Jämma bestånd, dvs obetydliga plantbortfall, och hög andel friska plantor, dvs inga rotskador, är de två främsta faktorerna som avgör skördenivån. Tillsammans med hög tillväxt ger detta höga sockerskördar. Studierna av skadedjurens effekter gjordes i befintlig odling. Fröerna var därför som regel betade med insekticiden Montur (imidacloprid + teflutrin) men utan fungicidbetning.

Hoppstjärtar och betbaggar värst

Hoppstjärtar (*Onychiurus*) förekom på alla gårdarna under alla åren, men

var dominerande skadedjur 1997 och 1998. Förekomsten varierade stort. På provytorna registrerades 2-310 djur/10 plantor.

Betbagge var vanlig 1998. Största förekomsten registrerades till 52 betbaggar/10 plantor.

Tusenfotingar förekom bara på enstaka gårdar. Högsta förekomsten av tusenfoting låg kring 6 djur/10 plantor.

Statistiska beräkningar visade att

- med högre antal hoppstjärter, betbaggar och tusenfotingar följde en lägre andel friska plantor.
- med ett högt antal hoppstjärter följde ett större angrepp av svamp på groddplantan.
- med högre antal hoppstjärter och betbaggar följde en lägre skörd.

Mer skadedjur i lucker jord

Antalet *Onychiurus* och antalet betbaggar ökade med andelen aggregat av storleken 2-5 mm i såbädden. De ökade även med ökad porositet men minskade då skrymdensiteten ökade.

För *Onychiurus* hängde förekomsterna även samman med matjordsdjup, hög mull- och kaliumhalt och pH i matjorden. Förekomsten var också högre vid hög daggmack- och ogräsförekomst liksom vid hög fuktighet.

Vid en analys av fält med fler än 30 *Onychiurus*/10 plantor konstaterades att hoppstjärterna trivdes bäst i en inte alltför kompakt jord med en lämplig aggregatfördelning i såbädden.

Fält med högt antal *Onychiurus* hade i genomsnitt en sockerskörd på 9,4 ton/ha medan fält med lågt antal hade 9,7 ton/ha.

Slutsatser skadedjur

- Betbagge och *Onychiurus* var de mest betydande skadedjuren.
- Genom att insekticidbetning användes påverkades troligen inte plantantalet så mycket vid måttliga skadegörarnivåer. Däremot var det mycket tydliga utslag i andelen friska plantor. Resultaten visar också att påverkan på skörden kan bli mycket stor om plantorna inte är friska veckorna efter uppkomsten.



Foto: Hans Larsson, SLU

Det vanligaste jordlevande skadedjuret var hoppstjärten. Ett ensamt djur kan inte göra så stor skada men genom sin mängd skadar de den groende betan. Högsta registrerade förekomsten var mer än 30 djur/beta. Så stora förekomster är ovanliga men i ett insektsförsök med 20 djur/planta 1998 registrerades en merskörd för betning på 750 kg socker/hektar.

Svamp

Fakta rotbrandssvampar

Till kategorin jordburna rotbrandssvampar hör främst *Aphanomyces* och *Pythium* men även *Rhizoctonia* kan vara en svår skadegörare.

Packade jordar har en sämre syreförsörjning, blir lättare vattenmättade och ger ett stort motstånd mot rotpenetration. Dessa tre faktorer banar vägen för ett sjukdomsangrepp.

Det organiska materialet i jorden, mullhalten, fungerar både som strukturbbyggare och som substrat för mikroorganismerna. Organiskt material innehåller många ämnen som kan påverka mikroorganismernas tillväxt och därmed sjukdomstrycket i jorden.

Rotbrand förekommer ofta på lågt liggande och fuktiga områden av fälten.

Betydelsen av pH för rotbrandsangreppet påvisades redan 1924 av Arrhenius. pH på de sjuka jordarna var i medeltal 6,0 jämfört med 6,5 på de friska jordarna.

Han visade också på ett klart samband mellan antal rotbrandsangripna plantor (*Aphanomyces* och *Pythium*) och hur ofta sockerbetar odlas.

Mer svamp vid lågt pH i biotronen

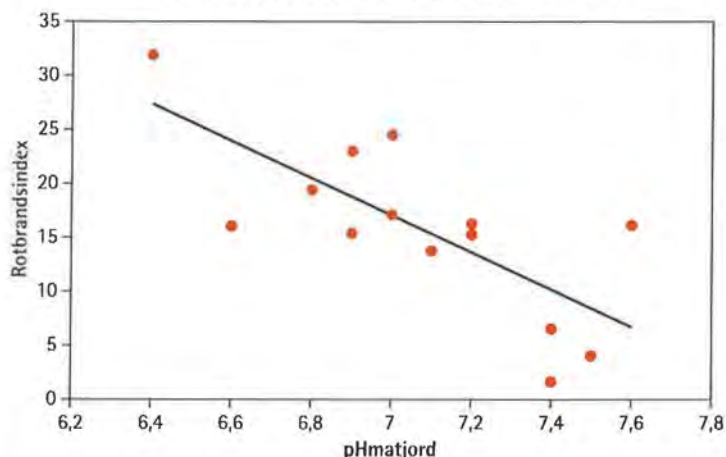
Svampsmittan i jorden bedömdes genom att betplantor odlades i biotronens klimatkammare i jord från de olika gårdarna i 4T-projektet. Ett rot-

brandsindex som visar på den potentiella smittan i jorden räknades fram.

I sex av de sju gårdsparen hade medelgården större potentiell smitta än plusgården. Rotbrandsindex var högre vid låg infiltration, lågt pH

pH i matjorden mot rotbrandsindex

(Gårdsmedelvärden från 3 års biotronförsök)



Figur 1. Med lägre pH följde ett högre rotbrandsindex.



Foto: Jens Blomquist, SBU.

och hög lerhalt i alven. Sambandet mellan pH i matjorden och rotbrandsindex visas i figur 1.

Låg porositet och skadedjur gav större svampangrepp

Svampangrepp i fält bedömdes vid tre tillfällen och framräknades som ett medeltal av andelen svampangripna plantor.

Svampförekomsten i fält var betydligt större på medelgårdarna i sex av de sju gårdsparen (figur 2). Andelen plantor angripna av svamp var korrelerat med andelen friska plantor och med skadebedömningen.

Svampangreppet var högre vid dålig porositet och vid hög skrymdensitet i jorden. Värt att notera är att det dessutom ökade med ökad förekomst av *Onychiurus*.

Svampangrepp vid kortare växtföljder

Trots de relativt låga angreppen av svamp visar analyserna på stora effekter både på plantantal och skörd. Det är rimligt att tänka sig att de plantor som överlever svampangreppet får en sämre tillväxt under sommaren.

Aphanomyces dominerade bland svamparna. Det är också den svamp som oftast betecknas som växtföljds-svamp eftersom den har ett begränsat antal värdväxter. Att inte växtföljden är starkare korrelerad med svampangreppet är kanske oväntat men många av gårdarna har längre växtföljder än tre år och bara i ett fall odlades betor efter två år. Sistnämnda fält drabbades också av ett allvarligt svampangrepp.

Tendensen att många går från fyraårig till treårig växtföljd gör att svampangreppen kan öka, vilket är mycket allvarligt.

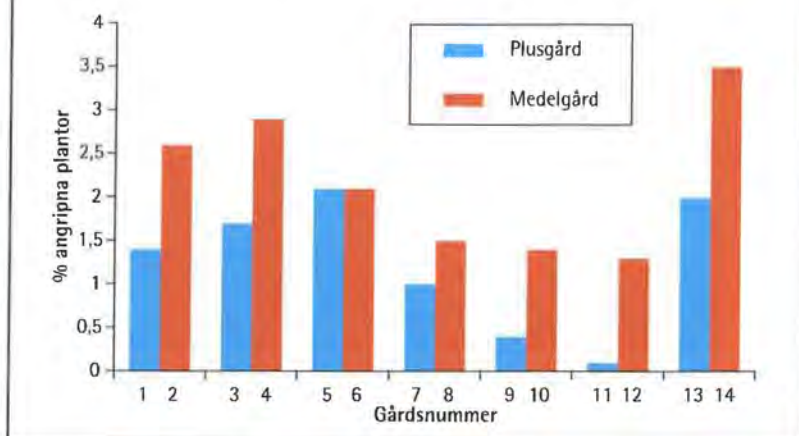
Jordens potentiella rotbrandssmitta testades i biotronen genom att betplantorna odlades i jord från pargårdarna under för svampen optimala betingelser. Många gånger registrerades dramatiska skillnader mellan gårdarna. I fält har man sällan så idealiska betingelser för svampen.

Slutsatser svamp

- Aphanomyces dominerade bland svamparna.
- I klimatkammare fanns det ett starkt samband mellan svampangrepp och pH. I fält gynnades svampangrepp av kompakt jord med dålig porositet och hög skrymdensitet.
- Svampangreppen var korrelerade med höga förekomster av skadedjur.
- Trots de relativt svaga angreppen av svamp tyder resultaten på stora effekter på plantantal, plantskador och sockerskörd.
- Svampangreppet blev en av fyra variabler som i den generella modellen förklarar variationen i sockersköörden.

Svampförekomst i fält

(Medeltal 3-4 år)



Figur 2. Plusgårderna hade i de flesta fall betydligt lägre svampangrepp än medelgårderna.

Ogräs

De första åren var det tydligt att ogräs var en av de faktorer som skilde plus- och medelgårdarna åt. Därför inventerades ogräsen noga under de två sista åren i projektet, 1999 och 2000. Under 1999 inventerades även fröbanken på gårdarna.

Mindre ogräs på plusgårdar

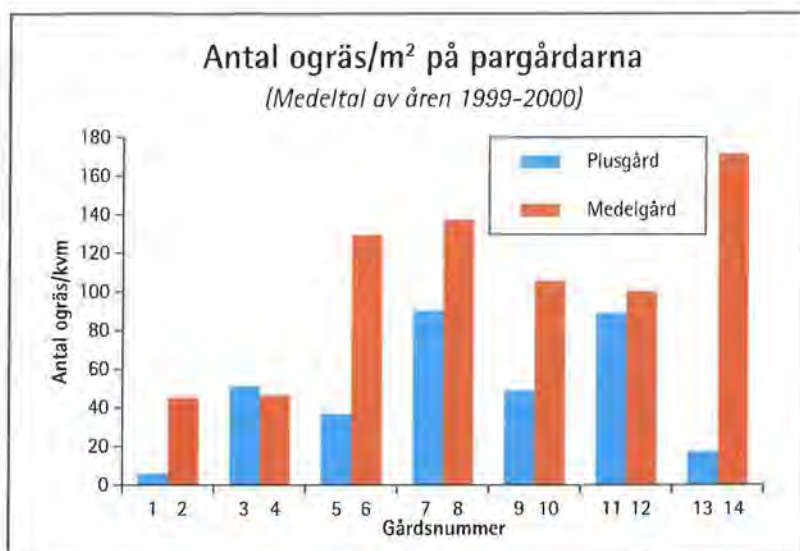
Ogräsförekomsten var positivt korrelerad med mullhalten och med friska plantor, medan den var negativt korrelerad med infiltrationen i alven och med slutmarktäckningen. Eftersom ogräsfrön överlever bättre i jordar med hög vattenmättnad kan den dåliga infiltrationen på medelgårdarna vara en förklaring till hög ogräsförekomst.

Tre av plusgårdarna hade ytterst lite ogräs både i fröbank och i fält. Ytterligare två plusgårdar hade låga förekomster i fröbanken. Två av medelgårdarna hade mycket höga förekomster av ogräs i fröbanken

Varje år finns det vissa dagar då sprutningen tar hårt också på betorna. Med stora ogräs, små betor och lite hög dos – inte så sällan – för hårt. Här har dubbelsprutning på vändtegen drabbat betorna hårt. Bilden är från Österlen den 31 maj 2000.



Foto: Robert Olsson, SBU



Figur 3. Antal ogräs/m² på pargårdarna, medeltal av åren 1999–2000 (två år). Plusgården hade i sex par av sju betydligt lägre ogräsförekomst än medelgården.

och två andra hade mycket höga i fält. Ogräsen fanns också med som en variabel som kunde förklara sockerskörden åren 1999–2000. I fält med en genomsnittlig skörd över 10 ton/ha fanns det 62 ogräs/m² medan det i fält med mindre än 10 ton/ha fanns 92 ogräs/m².

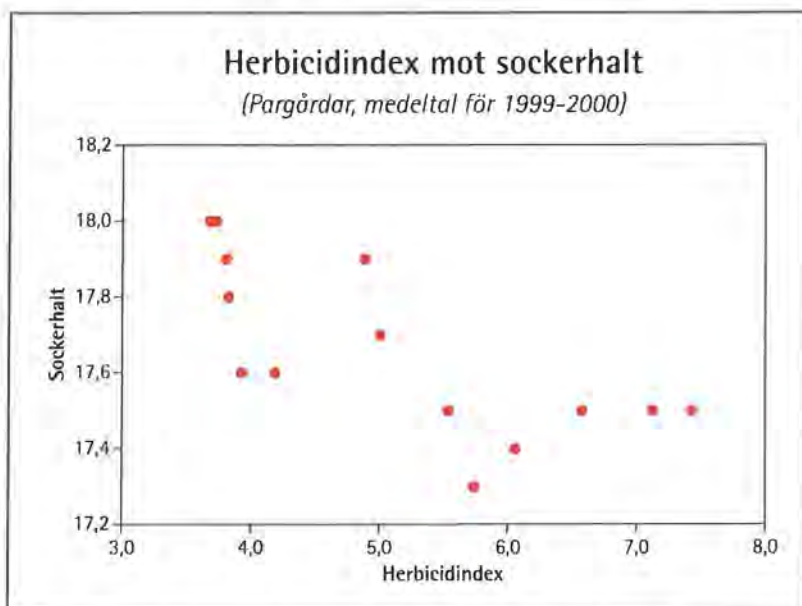
Mer ogräs gav tuffare herbicidbehandling

Betplantorna kan skadas av herbicider när de växer fort eller när de har blivit skadade av vind, frost, skade-

djur eller manganbrist. Speciellt vid varma och torra förhållanden eller vid klart väder kan fytotoxiska skador framkallas.

Ett herbicidindex konstruerades utgående från högsta rekommenderade hektardos vilken sedan multiplicerats med medlens uppskattade skadliga effekt på betplantorna.

Med mycket ogräs följer en större insats av herbicider där doserna måste höjas. Alltså var det inte förvånande att ett högt värde på herbicidindex hade samband med ett högt värde på



Figur 4. Höga herbicidindex gav genomgående lägre sockerhalter.

	Högsta rekommenderade dos/ha	Uppskattad skadefaktor
Goltix	3 liter	1
Betanal	3 liter	1,5
Tramat	0,8 liter	6
Safari	60 g	3
Pyramin	4 kg	1,5

Herbicidindex framräknas genom att multiplicera skadefaktorn med använd dos i relation till rekommenderad dos.

ogräsantalet. Herbicidindexet var negativt korrelerat med sockerhalten och positivt med ogräsantalet. Medelgårdarnas herbicidindex var signifikant högre än plusgårdarnas.

Nolltolerans lönsamt

På sikt får troligen ett konsekvent genomförande av ogräsrensningen i sockerbetorna en starkt reducerande effekt på ogräsfröbanken. På vissa gårdar hade odlaren nolltolerans till ogräs i betorna. Kvarvarande ogräs efter herbicidinsats borthackades manuellt. Det senare var uppenbart på gård 1 och 5 (se figur 3).

Slutsatser ogräs

- Plusgårdarna hade färre ogräs både i fröbank och i fält.
- Med fler ogräs följde en större herbicidinsats med bl a större risk för fytotoxiska skador och en lägre sockerhalt som följd.
- Ogräsförekomsten kan förklaras av både dålig infiltration i jorden, vilket förlänger överlevnaden av ogräsfrön, och odlarens ackumulerade insatser mot ogräsen i sockerbetorna.

Friska Plantor

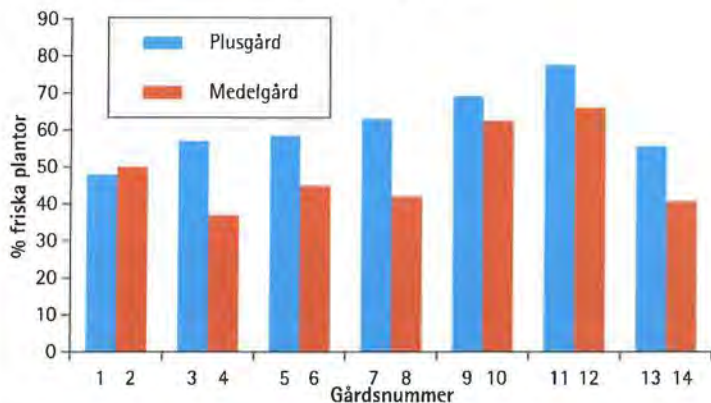
Friska plantor och skadebedömning bästa enskilda förklaring av sockerskörden

I sex av de sju gårdsparen hade plusgården betydligt fler friska plantor än medelgården (figur 5).

För 1998 var friska plantor och skadebedömningen de variabler som förklarade sockerskörden bäst. I sammanställningen över alla tre åren

Friska plantor på pargårdarna

(Medeltal 3-4 år)



Figur 5. I sex av de sju paren hade plusgården fler friska plantor än medelgården.

1998-2000 gällde samma sak. Andelen friska plantor beror både på antalet skadedjur och på svampangreppet och ibland även på skador från herbicider.

Fält med mer än 50% friska plantor visade sig ha bättre infiltration i matjorden med mindre svampangrepp som följd. Vidare, intressant nog, gav tidigare sådatum färre skadedjursangrepp.

Fält med mer än 50% friska plan-

tor hade i genomsnitt 9,5 ton socker/ha medan fält med mindre antal friska plantor hade 8,1 ton/ha.

Friskast plantor vid god markstruktur

I porös jord var skadeangreppen på plantorna störst då skadedjuren kunnat röra sig bättre i denna jord. Plantor i en alltför kompakt jord blev lätt svampangripna. Andelen friska plantor påverkades positivt av ökad po-

rositet och ökad infiltration. Det är alltså samma variabler som gynnar både den tidiga tillväxten och insekterna. Vid goda betingelser för etablering och tillväxt kan plantorna emellertid undvika skadeangreppen genom att snabbt växa ifrån dessa.

Odlarnytta av 4T:

4T

- Andelen friska plantor blev den enskilt viktigaste variabeln som kunde förklara sockerskörden.
- Goda tillväxtbetingelser för betorna betyder också mer jordboende insekter – men snabbväxande betor vinner den matchen.
- Plusgårdarna hade flest friska plantor och minst svampangrepp vilket visar på betydelsen av god porositet och infiltration i jorden.
- Mer insektsangrepp ger ofta mer svampangrepp.
- Tuffa ogräsblandningar kan behövas men reducerar ibland sockerskörden.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Bestämning av insekter och bedömning av friska plantor skedde i fält och på laboratorium.

Flygfoton skvallrar om fältens jämnhet

Jens Blomquist – Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Betfälten på pargårdarna i 4T-projektet flygfotograferades varje sommar 1997-2000. Fotona visade att plusgårdarna ofta hade jämnare bestånd också på vändtegar. Jämnheten i beståndet är en av nycklarna till hög skörd.

Den skördemodell som beskrivs på sidan 66 visar åt vilket håll odlingen bör drivas. De fyra variablerna – vertikal infiltration, pH i matjorden, sådatum och svampangrepp – är ledstjärnor för den betodlare som vill nå högt i skörd. Men det finns ytterligare ett rättesnöre som är svårt att fånga i en modell men lätt att fånga från luften.

Med fågelns perspektiv

Varje sommar under åren 1997-2000 flög vi över pargårdarna och fotograferade deras sockerbetsfält. Från början var det enbart ett sätt att behålla minnesbilden från fältet också på ett foto från luften. Men efter det första året bestämde vi oss för att systematiskt dokumentera alla fält i fågelperspektiv. Det vi såg var att plusgårdarna ofta hade jämnare fält. I mitten av fälten var det ofta inga synbara skillnader, men på vändtegar var skillnaderna emellanåt framträdande. Ett exempel på hur det kunde se ut framgår av de två jämförande fotona i artikeln.

Kalla fakta

I ett fall gick vi längre än att bara fotografera från luften. År 1998 hade vi nämligen tillgång till en GPS-utrustad Edenhall 723 som gjorde att vi fick reda på skörden i varje punkt



Foto: Jens Blomquist, SBU

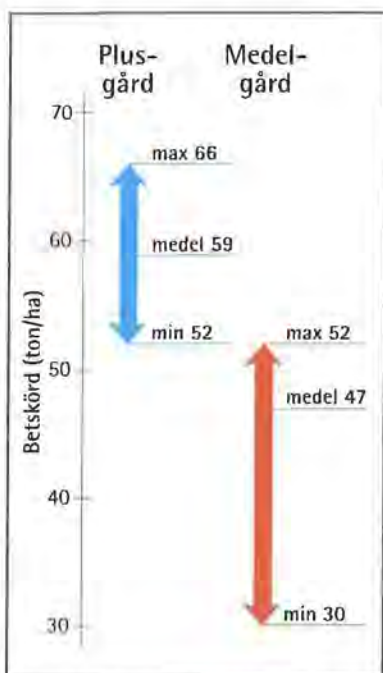


Foto: Jens Blomquist, SBU

Från ovan. Fotot överst är från en medelgård år 2000. Så ser de flesta svenska betfält ut när man kommer upp i luften – lite skavanker på vändtegar och med fläckvis glesa bestånd. Fotot under visar plusgården i detta gårdspar. Så ser dessvärre mycket få svenska betfält ut när man kommer upp i skyn.

på två valda fält som ingick i samma par. Det ena fältet fanns på en plusgård och det andra på en medelgård.

På så sätt fick vi kartlagt hur stor variationen var på dessa två gårdar. Spridningen framgår av figur 1.



Figur 1. Skördekartering med GPS-utrustning på betupptagaren 1998 visade inte bara att skörden (i figuren i ton betor per hektar) var högre på plusgård, utan också att variationen i skörd var lägre.

Som visas i figur 1 var medelskörden högre på plusgårdens fält. Dessutom var spridningen mycket mindre. På plusgårdens fält var spridningen mellan punkterna med högst och lägst skörd 14 ton per hektar. Variationsvidden som andel av medelskörden var därmed 24 procent. På medelgårdens fält var spridningen mycket högre. Här skilde det 22 ton mellan punk-

terna med högst och lägst skörd. Variationsvidden var därmed hela 47 procent.

Lite grann från ovan...

Våra egna 4T-erfarenheter om jämnhet i fält delar vi med andra sockerbetsodlande länder i Europa. I en studie i Storbritannien i början av 1980-talet mätte man tillväxten i de centrala delarna av ett antal sockerbetsfält i ett av de stora betodlingsdistrikten. Man var intresserad av att veta varför den brittiska medelskörden inte nådde upp i de skördenivåer som man hade i fältförsöken. Tillväxten i provfälten var i nivå med tillväxten i fältförsöken. Samtidigt flygfotograferade man provfälten och kunde konstatera att många fält hade stora fläckar utan planter, framför allt på vändtegar. När fälten inspekterades från marken verkade de ha fullt bestånd, men på flygfoton kunde man alltså se att stora områden hade kala ytor. Ibland kunde dessa vändtegar utgöra upp mot 20 procent av fälten.

Vändtegar väsentligt värre

Vändtegar kan vara en av orsakerna till skillnaden i skörd mellan grupperna plus- och medelgårdar som framgår av figur 2.

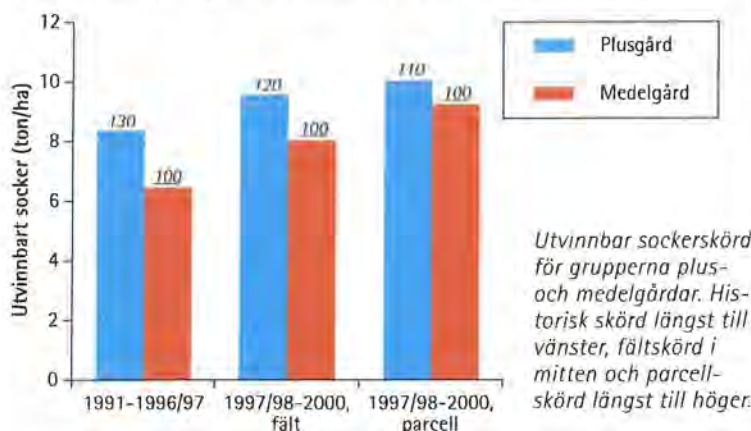
Längst till vänster har vi de historiska skördarna från åren innan vi startade 4T. Enligt dessa staplar hade

plusgårdarna omkring 30 procent högre sockerskörd. Längst till höger representerar staplarna försöksskördarna i de parceller som vi skördade under 4T-projektets gång 1997-2000. Denna skillnad var bara cirka 10 procent. Dessa parceller skulle representera hela fältet men låg alltid en bra bit in från vändtegens ojämnheter. I de två staplarna i mitten finns slutligen gårdarnas fältskördar representerade, allt enligt leveransbesked under samma fyra år 1997-2000. Det är den skörd som odlarna uppgav från just det fält som vi undersökte. Här är plötsligt skillnaden omkring 20 procent.

Nya perspektiv – nya erfarenheter

Det är inte alltid lätt att exakt hålla koll på skörden från varje enskilt fält och i vissa fall är uppgifterna inte så precisa. Men slutsatsen är ändå att en faktor som skilde plus- och medelgårdar från varandra var jämnheten på fälten. På plusgårdarna var det oftare jämnt med betor på hela ytan, medan det på medelgårdarna emellanåt fanns luckor i bestånden som drog ner fältens skörd. För den odlare som vill bilda sig en uppfattning om jämnheten på sina betfält rekommenderas därför starkt en flygtur över desamma. Nya perspektiv är alltid nyttigt.

Figur 2. Utvinnbar sockerskörd 1991-1996/97 jämfört med 1997/98-2000



Odlarnytta av 4T:

- Jämnhet i sockerbetsbestånden är en nyckelfaktor för hög skörd
- Flygfoton på plusgårdarna visade oftare ojämna bestånd på medelgårdar än på plusgårdar
- Skördekartering med GPS-utrustad upptagare 1998 visade på både lägre skörd och större skördevariation på en medelgård jämfört med motsvarande plusgård
- Fläckiga vändtegar är inte sällan en orsak till låg fältskörd

Stor spridning i spill vid upptagning

Thomas Wildt-Persson, HS – Kristianstad



Foto: Tommy Ingelsson, SBU.

Spillmätningar gjordes på pargårdarna för att mäta dels betspillet i fält, dels skador på betorna efter upptagning.

En av delundersökningarna i 4T var att mäta skillnader mellan plus- och medelgårdar vad gäller spill av betor vid upptagningen. Inte bara betspillet mättes utan också skadorna på betorna och blastningen. Resultaten visade att betupptagningen på plusgårdarna var både mer skonsam och resulterade i mindre betspill än upptagningen på medelgårdarna.

Spill vid betupptagningen kan stå för en betydande del av skördeförlusterna. Engelska undersökningar visade att spill vid upptagning och omlastning var en av de viktigaste förklaringarna till skillnaderna mel-

lan gårdar med hög och låg skörd. Ett stort antal faktorer styr vad spillet vid upptagning blir på det enskilda fältet. Mark- och väderförhållanden vid upptagningstillfället spelar stor roll för resultatet. Några andra viktiga inverkan faktorer är beståndets jämnhet samt typen och inställningen av betupptagaren. Föraren av upptagaren kan alltså ofta påverka resultatet av upptagningen.

Samma upptagningsmönster

På de flesta av pargårdarna gjordes upptagningen i egen regi medan några ingick i en samverkansgrupp och ytterligare några anlätade en maskinstation. Det fanns inget mönster i hur upptagningen sköttes utan lika många plus- som medelgårdar skötte upp-

tagningen själv. Maskinstation anlätades på en plusgård och två medelgårdar och samverkansgrupp skötte upptagningen på två plusgårdar och en medelgård. Vad gäller typen av betupptagare användes en sexradig, självgående betupptagare på två plusgårdar medan resten av gårdarna använde 1- till 4-radiga bogserade maskiner. Upptagningstidpunkten på pargårdarna varierade från september till november.

Både mätning och bedömning

Spillmätningarna i 4T-projektet utfördes två år, 1999 och 2000. Själva mätningen bestod av två delar, dels mätning av antalet spillda betor i fält efter upptagning och dels bedömning av ett antal betor i stukan. Bet-

spillet, dvs spillet av hela betor, undersöktes genom att spillda betor på ett antal ytor i fältet räknades. De spillda betorna antogs ha en vikt av 0,5 kg/st vilket motsvarar cirka 30% mindre betor än normalbetor. Med dessa antaganden kunde sedan betspillet i kg/ha lätt räknas fram. Bedömningen av betor i stukan innefattade mätning av eventuell ytskada och rotspetsbrottets diameter, kvaliteten på blastningen samt om betorna var spruckna eller ej.

Dubbelt betspill på medelgårdar

Resultaten visade att betspillet varierade från 0 till 5 200 kg/ha. Båda åren uppvisade plusgårdar lägre betspill i fem av de sju paren. Medelgårdar uppvisade lägre spill i ett av paren och spillet var ungefär detsamma i ett av paren. Som grupp sett hade plusgårdarna i snitt ett spill på 800 kg/ha mot medelgårdarnas 1 650 kg/ha. Alltså mer än dubbelt så högt betspill på medelgårdarna jämfört med plusgårdarna!

Plusgårdar skonsammare

Den skadade ytan på betorna var i genomsnitt större på medelgårdarna, 8,9 cm² mot 3,4 cm² på plusgård-



Stora rotspetsbrott måste undvikas. Förutom den direkta förlusten av betmaterial utgör brottyterna attraktiva inkörsportar för diverse rötsvampar med risk för ökade lagringsförluster som följd.

Foto: Tommy Ingelsson, SBU.

darna. Andelen spruckna betor var oftast högre på medelgårdar men det fanns också fall där plusgårdar i paret uppvisade fler spruckna betor. Sår på betorna, t ex i form av skadad yta eller spricka, gör att energi åtgår till läkning om betorna skall lagras. Denna energi tas från sockret med lägre sockerhalt i betan som följd. Även dålig blastning ger sockerhalts-sänkning vid lagring. En dåligt blastad beta kan sätta nya blad vilket kräver energi i form av socker. Blastningen skilde sig dock inte mycket

mellan grupperna plus- och medelgårdar.

Jämnhet möjlig förklaring

Skillnader i upptagningsresultat berodde inte på vilken typ av betupptagare som användes eller om maskinstation anlätades eller ej. Plus- och medelgårdar skötte i ungefär lika stor omfattning upptagningen själv. Förklaringen till varför plus- och medelgårdar uppvisade olika upptagningsresultat får sökas i olikheter vad gäller beståndens jämnhet, val av upptagningstidpunkt och därmed upptagningsförhållanden eller noggrannhet och försiktighet vid upptagningen. Förklaringen kan naturligtvis också ligga i en kombination av ovanstående faktorer.



Foto: Tommy Ingelsson, SBU

Bestämning av ytspill kan ske på olika sätt. På bilden används en noggrann metod med vägning av spillet i samband med en betupptagartest. Målet i testerna är 1% spill, acceptabelt 1,5% av skörden. En betydligt enklare metod att praktisera i samband med egen betupptagning är att se hur många betor det ligger på en meters bredd och tio steg framåt. Hittar man mindre än två små eller en medelstor beta är spillet acceptabelt.

Odlarnytta av 4T:

- Var uppmärksam på betspillet, flera ton per hektar kan ligga kvar på marken efter maskinen
- Skapa möjligheter till lågt spill och skonsam upptagning genom att etablera ett så jämnt bestånd som möjligt
- Kontrollera upptagningsresultatet även om ni inte själv sköter upptagningen – det går ofta att påverka resultatet

Fyra variabler förklarar skörden

Hans Larsson och Olof Hellgren, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

En modell med de fyra variablerna sådatum, pH, markinfiltration och svampangrepp förklarade 85% av sockerskörden på 14 pargårdar inom 4T-projektet. Dessa fyra variabler är alla direkt eller indirekt påverkbara. Dock kan de inte enbart betraktas en och en, utan de måste behandlas som samverkande. Modellen är en värdefull indikator på hur odlaren ska styra sina insatser i fält.

En uppgift för 4T-projektet var att identifiera ett antal påverkbara variabler som begränsar sockerskörden. För att kunna vara säkra på att fält med olika starka begränsningar kom med i undersökningen valdes 14 pargårdar ut, där den ena gården haft hög skörd de senaste 5 åren (plusgård) och den andra haft lägre skörd (medelgård). Pargårdarna var två granngårdar som kunde betraktas ha samma geografiska och klimatiska förhållanden. I den här artikeln koncentrerar vi oss på att förklara sockerskördens beroende av olika starka begränsningar, dvs inte enbart som en jämförelse mellan plus- och medelgårdar.

Modell utifrån pargårdarna

Den generella modellen är beräknad på medelvärden för de 14 pargårdarna under åren 1998-2000 med hjälp av linjär multipel regression, dvs samtidiga, enkla samband mellan flera variabler (orsaker) och sockerskörden. Modellen är vald efter prin-

cipen att förklara sockerskörden så bra som möjligt med så få variabler som möjligt. Ökar man antalet variabler ökas också förklaringsgraden men den generella giltigheten minskas och till slut gäller modellen endast den undersökning man genomfört.

Modellen

Den statistiska analysen baserad på skörd av utvinnbart socker i ton per hektar som funktion av fyra variabler gav följande resultat:

Sockerskörd =

2,9

+ (1,5 x vertikal infiltration)

+ (1,12 x pH i matjorden)

- (0,07 x sådatum)

- (0,4 x svampangrepp)

Vertikal infiltration är en beräknad variabel för infiltration av vatten i matjord och alv. pH är mätt i matjordslaget, sådatum är antal dagar i april räknat från förste april och svampangrepp är procent svampangripna plantor.

Korrelationskoefficienten i kvadrat för de fyra variablerna är 0,85 vilket innebär att de tillsammans kan förklara 85% av variationen i sockerskörd. För de variabler, som funktionen består av, gäller bestämda giltighetsområden, dvs endast angivna värden kan användas i modellen. Giltiga områden är för vertikal infiltration 0,1-0,9 (cm/tim), för pH i matjorden 6,4-7,6, för sådatum 1-30 (dagar i april) och för svampangrepp 0,1-3,5 (%)

Allt hänger samman

De valda variablerna samverkar både inbördes och med andra faktorer. Sådatum i antal dagar efter första april betyder att ju senare man sår ju mer reduceras möjligheterna till hög skörd. För varje dag efter 1 april reduceras skörden med 0,07 ton, dvs $-0,07 \times$ antal dagar. Givetvis förutsätter ett tidigt sådatum att väderleken inte är otjänlig. Ett tidigt sådatum måste följas av lämplig väderlek, dvs värme och uppehåll. Ett tidigt sådatum kräver lite av skicklighet och erfarenhet hos odlaren i både beslutsfattande och i beredning av en perfekt såbädd. En felaktigt tidig sådd resulterar ofta i dåligt bestånd eller omsådd.

Sådatum var i undersökningen starkt korrelerad med andelen friska plantor, dvs ju tidigare sådd desto friskare plantor. De som i dessa fall sådde tidigt fick alltså en tidig och snabb uppkomst.

Hög vertikal infiltration betyder att dräneringen av regnvatten fungerar bra; ju bättre dränering desto högre potentiell skörd. För varje enhet på den vertikala infiltrationen ökas skörden med 1,5 ton, dvs $+1,5 \times$ vertikal infiltration, dock giltigt endast inom området 0,1-0,9 cm/tim.

Infiltrationen i de undersökta gårdarnas jordar var direkt korrelerad med förekomsten av dagmask. Infiltrationen var också korrelerad med luftvolymen i jorden och med fosforhalten. Sammanfattningsvis kan sägas att jordar med stor förekomst av dagmask också hade hög vertikal infiltration. Som följd av bl a dessa faktorer hade jordarna hög bördighet.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Ett bra och ett mindre bra skifte utför Lund den 28 maj 1998. Såtiden, en vecka tidigare på det bättre skiftet blev avgörande för utvecklingen.

Svampangrepp är en variabel som betyder att ju högre svampförekomst desto större blir skördebortfallet. För varje enhet svampangrepp reduceras skörden med 0,4 ton, dvs -0,4 x svampangrepp. I undersökningen fanns starka korrelationer mellan både svampangrepp och skadebedömning av plantor samt mellan svampangrepp och andel friska plantor. Vid ökade förekomster av skadedjur ökade också svampangreppen. Sammanfattningsvis är det inte bara det procentuella svampangreppet som är den direkta orsaken till skörde-reduktion utan även bakomliggande skadedjursförekomster.



Foto: Jens Blomquist, SBU

För sockerbeta är det väl känt att låga pH ger sämre skördar. I modellen betyder ökat pH i matjorden en ökning i skörd. För varje pH-enhet uppåt ökar skörden med 1,12 ton, dvs +1,12 x pH i matjorden. pH var

positivt korrelerat med porositeten i jorden.

Bra start håller fram till skörd

I tabell 1 visas skillnaderna mellan gårdar med över 10 ton utvinnbart

Skillnad mellan fält med högre och lägre skörd

	Sådd dagar in i april	Daggrader till 50% uppkomst	Plantantal (1000/ha)	Friska plantor (%)	Storlek hjärtblad (cm ²)	Junimark-täckning (%)	Slutmark-täckning (%)	Provskörd juli (ton/ha)	Provskörd augusti (ton/ha)	Betskörd (ton/ha)	Socker-skörd (ton/ha)
>10 ton/ha	16	112	82	65	1,51	29	79	26	50	67	10,7
<10 ton/ha	24	115	80	51	1,45	21	68	18	41	55	8,7
Differens	-8	-3	2	15	0,06	8	11	8	9	12	2,0

Tabell 1. Medelvärden över åren 1998 till 2000 för fält med högre skörd av utvinnbart socker (>10 ton/ha) och fält med lägre skörd (<10 ton/ha), samt skillnad mellan dessa angivet för ett antal variabler. Skillnader i sådatum, snabb uppkomst, plantantal och andel friska plantor resulterar i snabbare och större marktäckning som ger högre slutskörd.



Foto: Jens Blomquist, SBU

Bilden visar betfälten på pargårdarna nr 1 och 2 den 1 juli 1999. Medelgården sådde en dag senare och hade lägre porositet än plusgården både i matjord och alv. Plusgårdens slutskörd blev 10,9 ton socker/ha mot medelgårdens 10,2 ton/ha.

socker och under 10 ton för ett antal variabler. Fält med över 10 ton utvinnbart socker hade såtts 8 dagar tidigare än de med under 10 ton. De hade snabbare uppkomst, fick ett högre plantantal och hade fler friska plantor med större hjärtblad. Juni-marktäckningen, för fält med skörd över 10 ton socker/ha, var större liksom slutmarktäckningen. Provskörden i juli var 8 ton högre och provskörden i augusti var 9 ton högre på fälten med hög skörd. Slutskörden i vikt betor blev 12 ton högre och sockerskörden blev i genomsnitt 2 ton högre på högskördegårdarna.

Olika analyser bekräftar resultatet

Med diskriminantanalys testades vilka variabler som var avgörande för om det blev låg eller hög sockerskörd under de enskilda åren och för de tre åren tillsammans. Det visade sig att det är ungefär samma variabler som framträder även med denna typ av statistisk analys. För 1998, då flest skador av skadedjur och svamp



Foto: Jens Blomquist, SBU

konstaterades, var det friska plantor och vertikal infiltration som visade sig avgörande för om man fick hög eller låg sockerskörd. För 1999 var skadorna mindre av skadedjur men svampförekomsten något större och diskriminerande variabler blev svampangrepp och infiltration. För år 2000 var förklaringsgraderna lägre och det visade sig bara vara den vertikala infiltrationen som kunde avgöra om man fick låg eller hög sockerskörd. För de tre åren tillsammans, dvs medelvärden för alla åren, blev det sådatum och svampangrepp

som skilde ut hög och låg sockerskörd.

Fyra variabler förklarar skörden

Den generella modellen anger fyra påverkbara variabler vilka förklarar sockerskördarna på pargårdarna under de tre åren. De fyra ingående variablerna är alla enskilt korrelerade med sockerskörden. Det som är viktigt att betona är emellertid att det är det inbördes samspelet mellan dessa fyra som gör att modellen kan förklara variationer i sockerskörd.

Sådatum är en variabel i modellen som anger tillväxtens början. Bra infiltration är i de flesta fall en förutsättning för att kunna så tidigare på våren. Infiltrationen kan tex påverkas genom lämplig plöjningstidpunkt på hösten. Sådatum är en faktor som både är påverkbar och starkt integrerad med andra faktorer, exempelvis infiltration och pH.

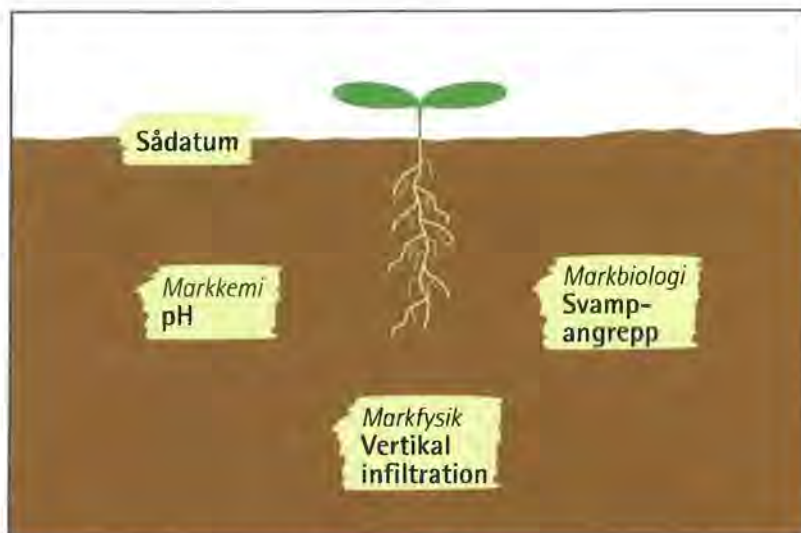
pH i matjorden är en markkemisk faktor som vid låga värden begränsar tillgängligheten av näringsämnen men också gynnar svampsjukdomar vid låga pH. Modellen beskriver den som en positiv faktor men den blir naturligtvis negativ om den blir så hög att den begränsar tillgängligheten av vissa ämnen. Modellens giltighetsområde för pH är 6,4-7,6. pH är en variabel i modellen som är integrerad med bl a så avgörande faktorer som porositet (infiltration), närings-tillgänglighet och svampsjukdomar.

Den **vertikala infiltrationen** är en markfysikalisk faktor, som begränsar transporten av vatten och näring, men också rötternas förmåga att tränga genom marken. Den kan förbättras genom att dagmaskantalet ökas i jorden, men även av faktorer som minskar markpackning, ökar dränering och positivt påverkar markens porositet.

Svampangreppet är en markbiologisk faktor som reducerar plantantalet på våren men också reducerar tillväxten under sommaren. Marksmitta kan minskas genom en bra växtföljd och genom kalkning. Angreppet på plantan kan minskas genom betning av utsädet. Tidig sådd är också ett sätt att minska påverkan av tex *Aphanomyces*-svampen. Svamp gynnas dessutom av låga pH och dålig porositet. Skadedjur underlättar också för svamp att infektera plantorna.

Andra variabler inte oväsentliga

Modellen visar på betydelsen av de fyra presenterade variablerna och kan användas för att förbättra förutsättningarna för hög sockerskörd



Sockerskörden förklaras dels av såtiden som är beroende av odlarens skicklighet och erfarenhet, dels av markens kemi, biologi och fysik i form av variablerna pH, svampangrepp och infiltration.

på den enskilda gården. Viktigt att påpeka är dock att dessa fyra variabler ingår i en modell av flera möjliga. Exempelvis ingår inte näringsstatus, som också är en påverkbar variabel. En bristfällig näringsstatus i ett fält ger givetvis dåliga förutsättningar till hög sockerskörd, vilket inte den angivna modellen kan förutsäga. Modellen förutsätter optimal näringsstatus och kan därför i nuvarande omfattning endast användas för fält med god näringsstatus. Denna typ av modellfel kallas systemfel och innebär att modellen med fel förutsättningar, tex mindre god näringsstatus, beskrivs med för få variabler, dvs bör i det här fallet utökas med en variabel för näringsstatus. En modell är en förenkling av verkligheten och måste användas med rätta förutsättningar. Säkerheten i det datamaterial som ligger till grund för modellen är också avgörande för dess allmängiltighet och styrka i att kunna förutsäga skörd.

Validering av modellen återstår

Modellens lämplighet att förutsäga sockerskörd med valda variabler kan endast bedömas efter ett väl genomfört valideringsarbete, dvs modellen måste testas med andra data, andra förutsättningar, än de som använts

för att konstruera modellen. En validering är ännu inte genomförd och måste således genomföras för att modellens styrka i att förutsäga sockerskörden ska kunna bedömas. I detta valideringsarbete bör även andra modeller med andra variabelkombinationer studeras.

Eftersom det viktiga arbetet med att validera modellen återstår kan man inte uttala sig om modellens generella styrka att förutsäga sockerskörden.

Odlarnytta av 4T:

4T

Modellen visar på fyra helt avgörande variabler för hög sockerskörd:

- Tidig sådd som måste följas av bra väder
- God vertikal infiltration som säkerställes genom att begränsa markpackning, gynna dagmaskar och odla baljväxter
- Högt pH som ökar tillgängligheten av näringsämnen för betplantan och missgynnar svampangrepp
- Få svampangrepp som uppnås genom bra växtföljd, god markporositet och begränsning av skadedjur

4T-resultaten omsatta till praktiken

Anders Rasmusson, SBC och Gunnel Hansson, HIR-Malmöhus

Resultaten från 4T får ett reellt värde först när de kan omsättas hos betodlaren i syfte att förbättra hans sockerskörd. Här har vi gjort en genomgång av vilka förväntningar och vilken nytta resultaten kan innebära för den enskilde odlaren. Vi ger även förslag på hur de viktigaste resultaten ska överföras till gårdsnivå samt kostnader för deras genomförande.

Vad betyder resultaten för sockerbetsodlaren?

Inställning och ambition

Sockerbetor är för de allra flesta lantbrukare den gröda som fortfarande engagerar mest, tar mest tid i anspråk att sköta och som rätt skött också ger ett bra ekonomiskt utbyte. Det innebär att kommunikationen kring odlingen, oavsett om den sker som en diskussion mellan ett par grannar eller förmedlas via branschens informationskanaler, oftast når fram till mottagaren. Frågan som då naturligt bör ställas är:

Hur tas budskapet emot och hur ofta leder det till att odlaren ändrar något i sitt sätt att sköta betodlingen som förhoppningsvis skall leda till något positivt, t ex bättre ekonomiskt utbyte?

Människor i allmänhet, och det gäller naturligtvis även betodlare, brukar följa en "trappa" i sitt sätt att ändra sig. Trappan kan illustreras enligt figuren intill.

Utgångsläget när ny kunskap, som t ex 4T-resultaten, ska presenteras är

alltså att en stor del av odlarkåren med förväntan ser fram emot att få ta del av informationen, medan en annan grupp möjligen kommer att läsa informationen, men därefter lämna den utan åtgärd.

För denna sistnämnda grupp av odlare anser man sig vara nöjd på den nivå man befinner sig, tex att årligen kunna fylla sin kvot. Med en säkerhetsmarginal i den mängd areal man sår tar man inga risker, och lyckas troligen också de allra flesta år. De odlare som vill bli ännu bättre spanner bågen lite extra, och för ett annat resonemang: "Jag ska producera min kvot på en areal som är 10% mindre än i fjol. På den frigjorda arealen odlar jag spannmål, vilket är betydligt lönsammare än C-socker. Med mindre areal får jag också en bättre växtföljd". En positiv indiciekedja driver på och övertygar odlaren om att försöka tillämpa nyvunnen kunskap i syfte att öka sin skörd och förbättra sin ekonomi.

Hur ska resultaten säljas in?

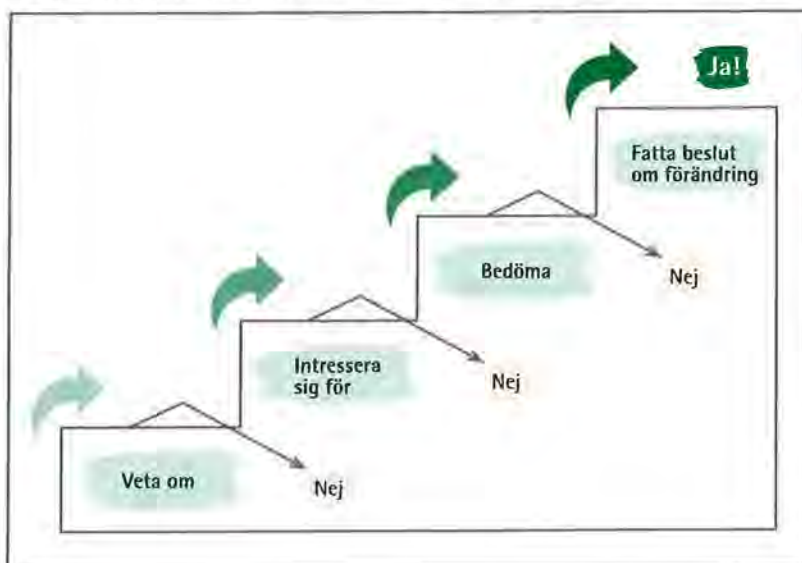
För att få bästa genomslagskraft av de resultat som kommit fram ur 4T, är det en så stark anpassning som möjligt för den enskilde betodlaren som måste gälla. Omvänt måste respektive odlare känna att nya, oprövade kunskaper framkommit som känns angelägna att genomföra i den egna odlingen.

En vanlig modell för att mäta resultatet av en rådgivningsinsats är enligt figuren överst på nästa sida.

Figuren visar att kedjans alla delar måste vara optimerade för att full genomslagskraft skall nås i slutresultatet, dvs i den enskilde odlarens förbättrade sockerskörd.

Hur skall då metodiken anpassas för att nå så långt – individuellt – som möjligt?

Förutom de klassiska instrumenten som branschen själv förfogar över, såsom brev, hemsidor etc, ger en vidareutbildning genom kursdagrar troligen bäst resultat. Med det



Analys av problemet		Förslag till åtgärder		Genomförande	→	Resultat
10	x	10	x	10	=	1000

upplägg som gällde för MBO-kurserna under 1999-2000, visade man att detta kan fungera tämligen väl. Via kurserna kan förhoppningsvis ett starkt intresse väckas hos de flesta odlare då presentationer sker av väl skickade föreläsare samt av experter som arbetat i 4T-projektet. Dock måste man vara realist och inse att en kursdag inte räcker för bredare och vidlyftigare förändringar. Uppföljning i mindre grupper med möjlighet till nyttigt erfarenhetsutbyte mellan odlare och rådgivare torde ge en önskvärd effekt på enskilda odlares resultat.

Konkret odlarnytta av 4T

Nedanstående tabell kan tjäna som exempel på åtgärder eller orsaker som leder till högre skörd enligt 4T-projektets resultat.

För de allra flesta odlare borde det gå att hämta ut en åtgärd/orsak som ger effekt hemma på den egna odlingen. Även om "nyhetsvärdet" i varje enskild åtgärd kanske inte är unik, har resultaten från 4T ändå visat att genom rätt tillämpning av fler åtgärder och genom stödjande av positiva orsakssamband och motverkande av negativa, kan man få skörden att öka.

För de odlare som alltid är först med att tillämpa ny kunskap är troligen flera av de föreslagna direktåtgärderna genomförda. Trots detta

finns det fortfarande möjlighet till förbättring för dessa odlare, t ex vad gäller såtid. Vidare gäller det kanske för de odlare som redan ligger högt i sina skördar, att tänka ännu mer på orsakssambanden kring markfysiken:

- Vilka åtgärder gör att man håller hög infiltration, ökar dagmaskantalet etc?
- Vad gör odlingen uthållig på längre sikt?

Sammanfattningsvis vägar man konstatera att 4T har gett anvisningar om ett antal resultathöjande åtgärder, samtidigt som det pekar på ett antal orsakssamband som också har påverkan på skörden.

Hur omsätter vi resultaten på gården?

Modell för genomförandet

4T-projektet har fokuserats på områdena etablering, bördighet och jordstruktur, växtskydd samt växttillgängligt vatten.

De resultat som framkommit ur projektet, vilket i synnerhet styrks av de statistiska sambanden, visar på ett antal åtgärder som har stor betydelse för att höja skörden på en medelgård (rel.tal ≈ 100 i traktindelningen). Dessa åtgärder kan delas in i tre olika grupper.

- Odlarens åtgärder i samband med vårbruket.
- Åtgärder som förbättrar jordens produktionsförmåga på 3-4 års sikt.
- Åtgärder som förbättrar jordens produktionsförmåga på 10-15 års sikt.

Åtgärder inom varje grupp redovisas i tabellen på nästa sida.

Det är viktigt för dig som odlare att planera dina åtgärder inte bara för det kommande betodlingsåret, utan även för de kommande växtföljder-

na. Det innebär ett planeringsarbete på kort sikt (årlig), medellång sikt och lång sikt för att bestämma vilka åtgärder som skall läggas in och när i tiden de skall komma.

För att få ett bra planeringsinstrument kan det därför vara lämpligt att skapa en tidtabell för genomförandet av dina förändringar i odlingen. Använd helt enkelt tabellen på det sätt som passar ditt utgångsläge. Är inte de mest betydelsefulla åtgärderna optimalt anpassade i dagsläget, lägger du in dem i din tidsplan. Det är naturligtvis av stor betydelse att ta sig an de mera långsiktiga åtgärderna för att få full genomslagskraft mot en bättre sockerskörd.

Historia och framtid

Lite förenklat kan man säga att de viktigaste odlaråtgärderna för att få en hög sockerskörd består av en tvåstegsrakat:

1. Åtgärder som odlaren utför i samband med sådd och etablering och som har direkt påverkan på skördenivån av årets betgröda.
2. Åtgärder som historiskt 10-15 år tillbaka har utförts för att långsiktigt ge en bördigare jord.

Omvänt gäller att effekterna av de misstag som gjorts de senaste tio åren tar tid att arbeta bort.

Sådden

För såddens del griper de båda stegen delvis in i varandra; det är enklare att göra en bra sådd på en välaggregerad, porös jord. Omvänt kan en dålig start kompenseras av en bördig jord. Men oavsett vilket är etableringsfasen det viktigaste momentet under året. Tidig sådd, snabbt utvecklade hjärtblad samt en hög tillväxthastighet med en tidig radtäckning leder till säkerställda skördar.

Frågan inställer sig då: Går det generellt att så lite tidigare jämfört med hur det ser ut i dagsläget? Svaret lär bero på två saker: dels odlarens insikt om när jorden tidigast möjligt är klar för en bearbetning, dels vilken såkapacitet som finns tillgänglig vid denna tidpunkt. Det förstnäm-

Viktiga parametrar från 4T

Direktåtgärder	Orsakssamband
Såtid	Snabb tillväxt
Kalkning	Friska plantor
Stubbearbetning	Hög infiltrationsförmåga
Växtföljd (antal år mellan betgröda)	Hög porositet
Förfrukt	Svampangrepp på plantan

da beslutet påverkas i många fall av vilken risktagning man är beredd att ta. Låg temperatur, regn under de närmsta dygnet, ingen annan har sått osv är faktum som mer eller mindre bidrar. Även såkapaciteten kan påverka sådatum, oavsett om man själv sår eller lejer in tjänsten. I de riktigt tunga såperioderna kan fem till sju dagars väntetid vara vanligt för lejd sådd.

I 4T har inga jordbearbetnings- eller såmaskintekniska försök utförts. Sannolikt finns det betydligt fler framsteg att göra på detta område, då det teoretiska kravet på varje utsått frö är mycket stort vad gäller frötäckning, aggregat runt fröet, vattenhalt och placering på bearbetningsbotten.

En minimal frötäckning utan att äventyra vattentillgången torde vara ett mål i sig, för att få en snabb etablering och hög tillväxthastighet.

Höstarvning har inte direkt undersökts men torde underlätta skapandet av en bra såbädd i synnerhet på lerjordar.

Utebliven stubbearbetning

Utebliven stubbearbetning ger en tendens till något högre sockerskörd.

Oavsett om det är sant eller inte är det en ekonomisk vinning i att låta bli.

Växtföljd

En inriktning mot längre växtföljder är uppenbart nödvändig för att säkerställa skördar på lång sikt. Under senare delen av 90-talet fanns en klar tendens att krympa växtföljderna i takt med att odlingen ökade i Sverige.

Priset i form av ökade svampangrepp visar sig alltså. Risker att angreppen förvärras är uppenbara.

Kalk

Kalkning har en positiv påverkan på skörden enligt 4T-resultaten. Kalkning med släckt kalk ger strukturstabiliseringar. Det intressanta är att inte i första hand kalka för en pH-förbättring. Snarare är det så att svampangreppen kan motverkas och andelen friska plantor ökar.

Mellangrödor, trädor

Att efterlikna det gamla växtodlingsjordbruket som gällde fram till 50-talet med regelbundna inslag av vall är en metod som sannolikt ger positiva utslag. På kort sikt kan dåliga markstrukturer förbättras med djuprotade växter, men en regelbunden

förekomst av trädesvallar i växtföljden torde också vara ett alternativ som förbättrar många skiftens bördighet.

Metoden kräver att EU-trädorna flyttar runt i växtföljden. Det kräver en mycket noggrann planering från odlarens sida och tillåter inte alltför stora ändringar i växtföljd och skiftesplanering. En gård med tex 100 ha åker, varav 25 är sockerbetor, har med dagens regler 7-8 ha träda till förfogande vilket innebär att de kan utnyttjas på cirka en tredjedel inför varje års kommande betskifte.

Slutsatser

För flertalet av de viktigaste skördehöjande faktorerna är det svårt att beräkna kostnaden för lämpliga åtgärder samt skördeökningen av dessa åtgärder. Anledning till detta är att flera faktorer samspelar och att det krävs ett mycket långsiktigt tänkande. Av viktiga men svårkvantifierade faktorer kan nämnas god markstruktur och mängden svampangrepp.

Resultat från 4T-projektet har visat att åtgärder i etableringsfasen har en viktig och central roll. Skördeökningen för tidig sådd går att kvantifiera medan andra åtgärder är svårare. För att kunna så tidigt med säker etablering krävs tex bra dränering, väl utförd plöjning och bra fröplacering.

Resultat från 4T-projektet har också visat på åtgärder där det går att kvantifiera ett ökat ekonomiskt netto:

- Att upprätthålla ett gott pH-tillstånd är viktigt för att upprätthålla en hög skördenivå och minska risken för svampangrepp och är därför en lönsam åtgärd.
- Att ha en grönträda på EU-trädan istället för att odla etanolvete före sockerbetorna ger en kraftig skördeökning och ett bra netto, men kräver lite planering.
- Att utesluta stubbearbetning har inte inverkat negativt på betskördarna, utan snarare positivt. Att utesluta stubbearbetning kan ge en inbesparad kostnad för många lantbrukare.

Åtgärder för att höja sockerskörden

Åtgärd	Betydelse	Leder till
<i>På kort sikt, årligen</i>		
Sådatum	+++	Snabbare etablering
Fröplacering	+++	Snabbare, högre tillväxthastighet, Högt plantantal
Växtnäringsammansättning	++	Hög tillväxthastighet
Ogräsbekämpning	++	Minskad konkurrens • Mindre betpåverkan
Insektsskydd på groddplantstadiet	++	Friska plantor • Hög tillväxthastighet
Upptagning - spill	++	Begränsa förlusterna till 3 procent
Undvik stubbearbetning	++	Ökad dagmaskpopulation
<i>På medellång sikt, 3-4 år (ett växtföljdsomlopp)</i>		
Antal år mellan betgrödor, växtföljd	+++	Friska plantor • Låga svampangrepp, Låga nematodangrepp
Förfrukt	++	Friska plantor • Infiltration
Kalkning	++	Strukturförbättring • Friska plantor
Mellangrödor	++	Strukturförbättring
Trädesvall i växtföljd	++	Infiltration • Dagmaskpopulationen ökar
<i>På lång sikt, 10-15 år (flera växtföljdsomlopp)</i>		
Lätta maskiner, lågt lufttryck	++	Bättre luftvolym • Minskad skrymdensitet
Underhålla kalkning	+++	Minskade svampangrepp
Fleråriga trädor	++	Strukturförbättring

Ekonomi för åtgärder

Resultaten från 4T-projektet visar vilka åtgärder som kan öka betskördarna. Där det är möjligt är det intressant att räkna fram vad dessa skördehöjande åtgärder kostar att genomföra samt vad de kan ge lantbrukarna i ökat ekonomiskt netto.

Förutsättningar för beräkningarna i tabellen:

■ Då sockerbetor är en kvotgröda innebär en skördeökning att areal friställs. På den friställda arealen kan tex spannmål odlas.
I nedanstående beräkningar är det därför räknat med ett betpris som ger ungefär samma intäkt som en malt-

kornsgroda. Detta betpris är satt till 300 kr/ton betor.

■ Medelskörd 50 ton betor/ha, vilket ungefär motsvarar 7,8 ton socker/ha.

■ Sockerbetor odlas vart 4:e år.

■ Lantbrukarens planeringshorisont är begränsad till 10 år.

4T-Slutsats	Åtgärd	Kostnad-intäkt-netto
Tidig och säker etablering • Tidig sådd är en av de fyra viktigaste faktorerna för att förklara en hög skörd. • Plusgårdarna sådde i medeltal 4 dagar tidigare och hade 6 dagars snabbare uppkomst än medelgårdarna. • Plusgårdarna sådde tidigare i perioder med bra förhållande. Perioden till regn, och därmed risk för skorpa, blir längre. • Plusgårdarna placerade betröet närmre bearbetningsbotten än medelgårdarna, vilket gav bättre uppkomst med högre plantantal. pH • Högt pH är en av de fyra viktigaste faktorerna för att förklara en hög skördenivå. • Den statistiska bearbetningen av pargårdarnas skördar har visat att en pH-höjning med 0,5 enheter motsvarar 3,6 ton betor/ha.	Möjliga åtgärder: • Jämn plöjning och ev. höstharvning. • Bra dränering • Jämn såbotten efter såbäddsbereidning. • Såmaskin med god markföljksamhet samt skarpa billar. • Betröet placeras på bearbetningsbotten. • Tillgång till såmaskinen rätt dag.	Ökad skördeintäkt av 6 dagars tidigare uppkomst à 0,7% skördeökning/dag: ca 600 kr/ha Att kvantifiera kostnaderna för att kunna etablera betorna tidigt går ej. Troligen ligger en stor del av den historiska skördeskillnaden på ca 30% mellan plus- och medelgårdarna i när och hur man utför åtgärder i etableringsfasen. Det man kan konstatera är att kostnadsökningen för att nå plusgårdarnas säkrare och snabbare uppkomst är måttlig. Här handlar det mer om "gröna fingrar".
Svamprotbrand • Mängden svampangrepp är en av de fyra viktigaste faktorerna för att förklara en hög skördenivå. • Rotbrand är allmänt förekommande i fält med växtföljder kortare än 6 år. • Medelgårdarna har mer svampangrepp än plusgårdarna, till stor del beroende på en mer kompakt jord. • Infektion av rotbrandssvampen ökar med lågt pH. • Andelen smektit/vermikulit i lermineralen påverkar markens sjukdomshämmande förmåga.	Växtföljdens längd anpassas beroende på hur sjukdomshämmande jorden är. Möjliga åtgärder: • Högt pH. • Tidig sådd. • Skapa förutsättningar för snabb uppkomst tex bra fröplacering och minimering av risk för skorpa. • Minska mängden fritt vatten i såbädden genom att skapa möjligheter för snabb infiltration.	För att höja pH 0,5-enheter på nmh lättlera åtgår 2,5 ton CaO = 10 ton sockerbrukskalk à 120 kr/ton = 1200 kr/ha På 10 år och med fyraårig växtföljd blir kostnaden ca 500 kr/ha betor. Kostnad för ökad utlakning vid pH 7,0 jmf pH 6,5: 50 kg CaO/år = 100 kr/ha betor Ökad intäkt av 3,6 ton betor/ha: 1100 kr Netto: 500 kr/ha
Markstruktur • Hög vertikal infiltration är en av de fyra viktigaste faktorerna för att förklara en hög skördenivå. • Plusgården har bättre markstruktur mätt som infiltrationsförmåga och andel luftfylld porvolym.	Att bygga upp en god markstruktur kräver en långsiktig strategi. Vilka åtgärder som orsakat skillnaden i markstruktur mellan gårdarna är dock oklart. Möjliga åtgärder: • Bra dränering. • Körning under torrast möjliga förhållande. • Användning av lätta maskiner med bra däckutrustning. • Tillförsel av organiskt material.	Vissa år har svamp stor påverkan på skörden. Det är dock svårt att kvantifiera skördesänkningen eller kostnaderna för åtgärder som minskar risken för svamp.

4T-Slutsats**Åtgärd****Kostnad-intäkt-netto***Ogräs*

- Plusgårdarna sprutar mindre än medelgårdarna.
- Plusgårdarna har mindre ogräs än medelgårdarna.

Ett lågt ogräsantal kräver långsiktig strategi i alla grödor. Besvärliga ogräs i sockerbetorna, tex snärjmåra och trampört, bör bekämpas intensivare i spannmålsgrödorna om betor ingår i växtföljden.

Det går inte att bestämma plusgårdarnas skördeökning av skonsammare ogräsbekämpning. År med stor betpåverkan har det troligen stor betydelse, eftersom plusgårdarna samtidigt har friskare plantor som tål bekämpningsmedel bättre.

Strukturkalkning

Resultat från försök utlagda på fält med högt pH (>7)

- Släckt kalk ökade skörden med 4-9%.
- Även sockerbrukskalk och kalkstensmjöl tenderade ha en positiv effekt på skörden.
- Strukturkalkning gav en "tåligare" jord.

Kalkens struktureffekt kan antas vara mycket länge. Däremot är det inte rimligt att räkna med att lantbrukarna har en planeringshorisont på mer än 10 år. Strukturkalkning är därför främst intressant på delar av fält med tyngre lerjord eller vändtegar med dålig struktur, vilket kan ge möjlighet till tidigare sådd. Sockerbrukskalken är det kalkningsmedel som ger bästa nettointäkt trots den låga andelen släckt kalk.

I beräkningarna är ingen hänsyn tagen till att den släckta kalken givit positiva effekter i andra grödor i växtföljden eller fosforvärdet i sockerbrukskalken. Det förekommer billigare alternativ med restprodukter som innehåller släckt kalk på marknaden.

Släckt kalk (92% kalciumhydroxid) kostar ca 1400 kr/ton, sockerbrukskalk ca 120 kr/ton (exkl. fosforvärde), kalkstensmjöl ca 380 kr/ton inkl. frakt och spridning.

8 ton sockerbrukskalk ökade skörden med 3% => nettointäkt efter ca 2 betgrödor. 10 års planeringshorisont och betor vart 4:e år ger sockerbrukskalken ett ekonomiskt netto.

Netto: 90 kr/ha

4 ton kalkstensmjöl ökade skörden med 2% => nettointäkt efter ca 5 betgrödor.

3 ton släckt kalk ökade skörden med 4%=> nettointäkt efter ca 7 betgrödor.

9 ton släckt kalk ökade skörden med 9% => nettointäkt efter ca 9 betgrödor.

Halmhantering

- I medeltal stubbearbetade plusgårdarna sina betskiften 1,7 gånger och medelgårdarna 1,2 gånger.
- Försök har visat att två stubbearbetningar inte ökade skörden.
- Antalet dagmaskar ökar då stubbearbetning utesluts.

Stubbearbetning utesluts före sockerbetorna. Kvickrot bekämpas kemiskt.

Inbesparad kostnad genom att utesluta stubbearbetning: 200 kr/ha x 1,5 gånger = 300 kr/ha

Kostnad för ökad kemisk kvickrotsbekämpning: 50 kr/ha

Netto: 250 kr/ha

Spill vid betupptagning

- Plusgården spillde i genomsnitt 950 kg/ha och medelgården 2400 kg/ha. Det var ingen större skillnad i renhet.
- Plusgården utförde en skonsammare upptagning än medelgården.

Bättre etablering av betorna ger ett jämnare bestånd, vilket minskar spillet. Tiden lantbrukaren lägger på inställning av betupptagaren är värdefull. Lantbrukaren bör även vara aktiv om betupptagning lejs in.

Ökad intäkt för 1,5 ton betor i minskat spill vid upptagning: 450 kr/ha

Netto: 450 kr/ha

Dessutom gav plusgårdarnas skonsammare upptagning mindre lagringsförluster.

Mellangröda (fånggröda)

- Rödklöver som mellangröda före sockerbetor ökade sockerskörden med 2-6%.

Insådd klöver i spannmål ger dyrare och sämre ogräsbekämpning mot t ex gräsogräs, veronika och trampört. Den ökade kostnaden för skonsamma preparat motsvarar ungefär en skördeökning i betorna på 2%. Till detta kommer kostnad för utsäde, sådd samt svag ogräseffekt.

Vid insådd av fånggröda med EU-stöd blir skördeökningen troligen liten eftersom klöverandelen är begränsad till 10% och man i de flesta fall använder bekämpningsmedel som hämmar klövern.

Ökad intäkt för 2-6% skördeökning: 300-900 kr/ha

Ökad kostnad för ogräsbekämpning: 300 kr/ha

Kostnad för utsäde, 6 kg/ha rödklöver å 45 kr/kg: 270 kr/ha

Kostnad för sådd: 200 kr/ha

Netto: -500 till + 150 kr/ha

Djuprotade grödor före sockerbetor (träda)

- Grönträda som förfrukt till sockerbetor ökade betskörden med 7% jämfört med höstvetete som förfrukt.
- Grönträda som förfrukt till sockerbetor ökade renheten med 1,5% jämfört med höstvetete som förfrukt.

Om det idag odlas etanolvetete eller teknisk raps på EU-trädan kan trädan istället användas i strukturförbättrande syfte. Till exempel kan en vändtegräda med rödklöver läggas in i växtföljden med jämna mellanrum.

Vändtegrädan kan även användas till att justera arealen betor, eftersom alla fält oftast inte är lika stora. Detta kräver dock god planering.

Ökad intäkt för 7% skördeökning: 1050 kr/ha
Inbesparat kväve med grönträda som förfrukt: 30 kg N/ha å 7 kr/kg = 200 kr/ha

Intäkt för 1,5% ökad renhet med grönträda som förfrukt: ca 200 kr/ha

Minskad intäkt med grönträda jämfört med etanolvetete: 500 kr/ha

Netto: 950 kr/ha