

SLF-projekt V0644001:

Infärgning av jord som verktyg för ökad förståelse av jordens komplexa funktioner i sockerbetsodling

Bakgrund

I SLF-projektet, nr 0344004, Mot maximal regional tillväxt – ett On Farm Research-projekt i sockerbeter, arbetade vi med att pröva åtgärds paket som förväntades öka grödans tillväxtpotential och sänka produktionskostnaden. Projektet benämns fortsättningsvis som Team 20/20. I varje behandling (åtgärds paket) ingick en kombination av åtgärder som sammantaget förväntades öka skörden och/eller sänka produktionskostnaden för socker. Åtgärderna förväntades i hög grad påverka såväl kemiska, biologiska som fysikaliska faktorer i marken.

I obearbetad mark uppstår ett makroporsystem som till största delen består av dagmaskgångar och sprickbildning. I detta porsystem sker ett luftutbyte med markytan och en transport av vatten och näringsämnen. När vi bearbetar markens övre lager, matjorden, påverkar vi markens naturliga strukturbildning och därmed även makroporsystemet. Genom att infiltrera vatten uppblandat med ett färgämne färgas de delar av makroporsystemet in som har en för vattentransport fungerande anslutning till matjorden.

Infärgning av jord genom infiltrering ner i markprofilen med vatten färgat med ett svagt anjoniskt färgämne, är en metod som använts för att åskådliggöra preferensflöde av vatten i jord (Flury et al, 1994 och Petersen et al, 2004). Man har därigenom kunnat visa vilken väg vissa bekämpningsmedel och näringsämnen kan ta i mark med sprickor och/eller makroporer. Petersen et al (2004) visade med hjälp av blåfärgning att vertikala dagmaskgångar är de mest betydelsefulla makroporerna för vattnets rörelse ner till en meters djup. I samma undersökning konstaterades också att makroporflödet förändras vid olika grad av jordbearbetning.

Målsättningen med det här presenterade projektet var ursprungligen att:

- 1) utvärdera om metoden med infärgning av jord kunde bidra till orsaksutredning inom SLF-projektet Team 20/20.
- 2) skapa referens för infärgning från enfaktoriella fältförsök med olika bearbetnings sätt (plöjning respektive djup bearbetning med rotorredskap) för att förstärka potentialen för orsaksutredning.
- 3) använda metoden som ett pedagogiskt verktyg för att öka den generella förståelsen hos projektdeltagare och studiebesökare för hur odlingsåtgärder påverkar markfaktorer och därmed en odlad grödas avkastningspotential.
- 4) utvärdera lärandeprocessen hos deltagarna i SLF-projektet 0344004, men även lantbrukare som ingår i deras kollegiala nätverk.

P.g.a. begränsad tilldelning av sökta medel begränsades projektet till punkt 1 & 2 samt delar av punkt 3.

De arbetshypoteser vi hade var:

- 1) a) Vid ett och samma jordbearbetningssystem har aggregatbildande jordar fler och stabila makroporer under den bearbetade delen av matjorden och får därmed mer blåfärg i alven än enkelkornjordar, förutsatt att det inte finns problem med förtätade skikt.
b) Två ur aggregatbildningssynpunkt likvärdiga jordar som skiljer sig med avseende på kvoten mellan andelen färgtäckt jord i alv och matjord indikerar olika grad av förtätningar till följd av jordbearbetning/trafik på fältet eller av andra orsaker.

- 2) Plöjningsfri odling där jordbearbetningen skett under lämpliga fuktighetsförhållanden ger fler makroporer genom plogsulan och ner i alven jämfört med gårdens standard och därmed större andel infärgad jord i alven.
- 3) Djup bearbetning med det roterande bearbetningsredskapet Imants ger i jämförelse med plöjning en mer homogen matjord samtidigt som redskapet luckrar i plogsulan. Därmed ökar genomströmningen av färg till alven genom plogsulan och andelen infärgad jord i alven ökar.
- 4) Grund plöjning med Ecomatplog + Ekoskär, där det sammanlagda bearbetningsdjupet är grundare än för konventionell plöjning, kan ge upphov till en plogsula ovanför den ordinarie och vi får då ett mindre makroporflöde ner till alven än vid konventionell plöjning. Därmed blir andelen infärgad jord i alven mindre för Ecomatledet än för plöjda led.

Material och metoder

Utrustningen och färgämne

Färgämnet som användes marknadsförs under namnet Brilliant Blue FCF, CAS-nummer 3844-45-9. Färgämnet löstes upp i vatten i inomhusmiljö till en stamlösning med koncentrationen 100 g/liter innan det slutligen blandades ut till rätt koncentration i fält. En liter stamlösning gav 50 liter färdig färglösning med koncentrationen 2 g/liter.

Infärgningen av markprofilen gjordes med en för ändamålet specialbyggd applikator. Applikatorn byggdes av institutionen för Landskaps- och trädgårdsteknik, SLU, efter beskrivning av Ghodrati et al. (1990), kompletterat med praktiska erfarenheter från liknande arbeten vid KVL och Alstedgaard i Danmark. Applikatorn består av en enhet med pump och vattenbehållare samt en enhet med en motordriven sprutramp. För att minska risken för vindavdrift vid appliceringen av vatten respektive blåfärgad vattenlösning placerades balken med sprutrampen ovanpå en plexiglasram. Ramens area var 160 x 160 cm och höjden var 80 cm.

Försöksfält och led

Infärgningen genomfördes på fyra gårdar som ingår i Team 20/20, samt på ytterligare en gård i ett traditionellt fältförsök med jämförelse mellan olika bearbetningsmetoder. Gårdarna valdes med hänsyn till vilka åtgärder som var gjorda samt för att få spridning på jordarter och geografiskt läge. De gårdar som valdes ut var:

- Gärsnäsgården (Team 20/20s experimentytor) (angiven som BB i figurer)
- Karlsfält (Team 20/20s experimentytor) (angiven som PdFL i figurer)
- Everödsgården (Team 20/20s experimentytor) (angiven som SG i figurer)
- Bramstorp (Team 20/20s experimentytor samt traditionellt fältförsök) (angiven som SB i figurer)
- Ädelholm (traditionellt fältförsök)

I korthet kan jordarna beskrivas som följer:

Gärsnäs: mullhalt: 2,9 %, lerhalt: 14 %, silt: 28 %, sand+grovm: 55 %, (nmh I Mo)

Karlsfält: mullhalt: 3,9 %, lerhalt: 14 %, silt: 35 %, sand+grovm: 52 %, (mmh I Mo)

Everödsgården: mullhalt: 2,1 %, lerhalt: 9 %, silt: 34 %, sand+grovm: 58 %, (nmh I Mo)

Bramstorp: mullhalt: 2,7 %, lerhalt: 18 %, silt: 34 %, sand+grovm: 47 %, (nmh mo LL)

Ädelholm: mullhalt: 2,7 %, lerhalt: 24 %, silt: 28 %, sand+grovm: 45 %, (nmh mo LL)

På varje plats gjordes infärgning i tre av Team 20/20-projektets experimenttytor. Skillnaderna mellan åtgärderna i experimentytorna på de olika platserna presenteras i detalj i tabell 1. På samtliga platser fanns leden "Gårdens standard" (GS) där grundbearbetningen utgjordes av plöjning: höstplöjning på tre av platserna och vårplöjning på den fjärde. Alla platser hade också ledet "Plöjningsfritt" (PF) där man höst eller vår kört med någon typ av kultivator. Grundbearbetningen i det tredje ledet var på två platser Imants (djup icke vändande bearbetning) på hösten, på en plats plöjning med Kvernelands Ecomat utrustad med Ekoskär och på en plats klövervall som förfrukt följt av en grund plöjning. Utöver infärgning i Team 20/20s försöksytor genomfördes blåfärgning i en jordbearbetningsförsöksserie på två platser: Bramstorp och Ädelholm. I detta fältförsök utfördes arbetet i led som

- a) höstplöjts
- b) höstbearbetats med Imants
- c) vårbearbetats med Imants.

Delar av de resultaten redovisas här, medan hela utvärderingen med fullständiga resultat redovisas som ett examensarbete (Yngwe, 2007).

Tabell 1. Beskrivning av åtgärder i Team 20/20s försöksytor på de olika försöksplatserna. Om inte annat anges är förfrukten höstvetete och halmen lämnad i fältet¹

Plats	Gårdens standard (GS)	Plöjningsfritt (PF)	Övrigt
Gärsnäs (BB)	Fånggröda: Rödsvingel, insådd vår i förfrukten. Halm skördad. Flytgödsel + Vårplöjning, 18 cm, 17/4-06. 2 ggr såbäddsharvning med Germinator 17/4-06. Skivbillssådd 18/4-06.	Halm skördad. Mellangröda ²⁾ : Vitsenap. Simba Solo, 17 cm djupt, 30 cm brett gåsfotsskär, 42,5 cm pindelning. 17/4-06. 2 ggr såbäddsharvning med Germinator 17/4-06. Advancersådd ³⁾ 18/4-06	Halm skördad. Mellangröda ²⁾ : Vitsenap. Imants 30-35 cm, 18/11-05. 2 ggr Såbäddsharvning med Germinator, 17/4-06. Advancersådd ³⁾ 18/4-06
Bramstorp (SB)	Höstplöjt, 22 cm, 19/10-05. Sladdning med s.k. 100-pinnesladd 20/4-06. Germinator 22/4-06. Sådd med Monozentra SP 23/4-06.	Mellangröda ²⁾ : Vitsenap. HE-VA Doublet Record Mega-Dan, vingskär, 42,5 cm pindelning, 17 cm djupt 31/10-05. Sladdning m 100-pinnesladd 20/4-06. Advancersådd ³⁾ 21/4-06.	Mellangröda ²⁾ : Vitsenap. Ecomat + Ekoskär 11-12 cm + 7,5 cm + tiltpackare 1/11-05. Sladdning m 100-pinnesladd 20/4-06. Advancersådd ³⁾ 21/4-06.
Karlsfält (PdFL)	Höstplöjt, 23 cm, 3-4/10-05. Höstharvning 19/10-05. Såbäddsharvning 21/4-06. Skivbillssådd 23/4-06.	Mellangröda ²⁾ : Rättika + senap. Kongskilde Delta, vingskär, 42,5 cm pindelning, 10 cm djupt, 19/10-05. Höstharvning 19/10-05. Såbäddsharvning 21/4-06. Advancersådd ³⁾ 24/4-06.	Förfrukt: Klövervall som träda. En överfart med Väderstad Carrier, 4/10-05. Höstplöjt, 15 cm 4/10-05. Höstharvning 19/10-05. Såbäddsharvning 21/4-06. Advancersådd ³⁾ 24/4-06.
Everöd (SG)	Höstplöjt, 22-23 cm, 5/11-05. Kulturharv + Germinator, 22/4-06. Accord-Monopill 23/4-06.	Mellangröda ²⁾ : Oljerättika. Simba Express, 18 cm djupt, 30 cm gåsfotsskär, 56 cm pindelning, 21/4-06. Germinator 22/4-06. Skivbillssådd + radmyllning 23/4-06.	Mellangröda ²⁾ : Oljerättika. Imants, 30-35 cm djupt, 19/10-05. Kulturharv + Germinator, 22/4-06. Skivbillssådd + radmyllning 23/4-06.

1) Stubbhöjd lika i alla ytor i Gärsnäs (15 cm), Karlsfält (10 cm) och Everöd (12 cm) medan den på Bramstorp var 15–20 cm i GS och 10 cm i PF och VY. Endast Gärsnäs angav att bosspridningen på tröskan var helt tillfredsställande för plöjningsfri odling. På Bramstorp uppgavs halmspridningen vara otillfredsställande i PF och VY.

2) Mellangrödor med senap och/eller oljerättika etablerades i samtliga fall i kombination med eller omedelbart efter bearbetning med Väderstad Carrier (tallriksredskap med packarvält).

3) Advancersådd: Sådd med skivbillsteknik i kombination med bearbetning, radmyllning och återpackning i ett moment.

Praktiskt genomförande samt avläsningar

Blåfärgningen genomfördes från och med andra halvan av juli till och med början av augusti 2006. Blasten skars bort från betorna på en yta av ca 2 x 2 m där blåfärgningen skulle göras. Plexiglasramen placerades så att de två betraderna som skulle undersökas var centrerade mellan plexiglasväggarna och den drivna balken placerades så att sprutrampen rörde sig längs med betraderna.

Med applikatoren påfördes först vatten utan färg, i en sådan mängd att jorden mättades. Därefter täcktes ytan över med plast och lämnades i ca ett dygn, då vi bedömde att dräneringsjämvikt uppnåtts. Därefter påfördes 40 mm vatten färgat med Brilliant Blue (2 g/liter). Platsen täcktes återigen över med presenning för att undvika att nederbörd påverkade färgens transport i profilen.

Efter ytterligare ca ett dygn grävdes en grop där fem snitt per grop grävdes fram och ytan i varje snitt preparerades försiktigt fram med kniv på ett sätt så att snittets yta överensstämde med jordens naturliga brottytor. Första snittet i varje grop grävdes ut till 1 meters djup, medan övriga snitt i normalfallet endast grävdes till 60 cm. Varje snitt fotograferades med och utan en ram (120 x 120 cm) med rutnät. En ruta i nätet hade måttet 10 x 10 cm. En bild togs per 6 rutor av rutnätet. Bilderna från varje ruta analyserades senare okulärt med avseende på färgtäckt yta. Vid behov förstärktes kontrasterna i ett bildbehandlingsprogram. Alla bedömningar gjordes av samma person. Även betorna i groparna fotograferades. En allmän bedömning av profilen gjordes också, där bland annat matjordsdjup, plogsula och eventuella effekter av mellangröda studerades.

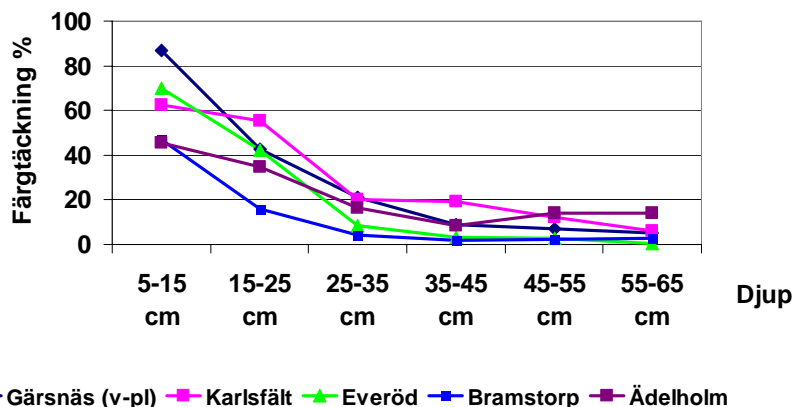
Statistisk analys

Skillnaden mellan gårdar för samma behandling undersöktes med variansanalys där snitten användes som slumpvisa replikat. Skillnaden mellan behandlingar undersöktes med variansanalys med gårdar som blockfaktor. Skillnaden mellan behandlingar inom plats undersöktes genom icke parat t-test med skikten som replikat.

Resultat

Platsskillnader i plöjda led (Gårdens standard)

I försöket med blåfärgning ingick fyra platser och därmed också fyra olika typer av jordar. I figur 1 visas andelen färg på olika djup för de olika platserna i ledet Gårdens standard.



Figur 1. Figuren visar mängden färg vid olika djup på de fyra försöksplatserna för det plöjda ledet, Gårdens standard.

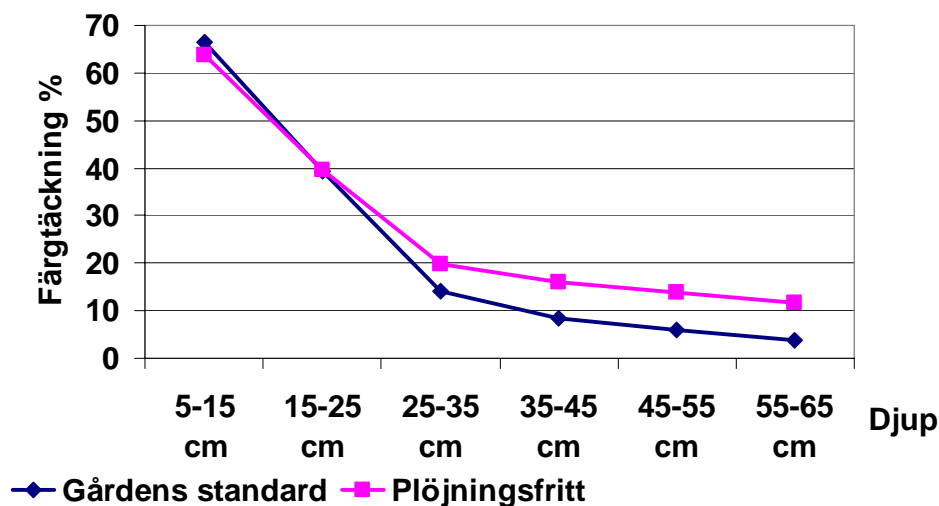
Färgtäckningsgraden i matjorden var signifikant lägre på Bramstorp än på Gärsnäs, Karlsfält och Everöd (tabell 2). Ädelholm hade lägre färgtäckning i matjorden än Gärsnäs men var inte signifikant skild från Karlsfält och Everöd. Det fanns inga signifikanta platsskillnader i färgtäckningsgrad i skiktet 25-35 cm (plogsula), vare sig uttryckt i direkta tal eller som kvoten mellan färgtäckningsgrad i plogsula och matjord. I alven (35-65 cm) var färgtäckningsgraden på Bramstorp och Everöd signifikant lägre än den på Karlsfält och Ädelholm.

Tabell 2. Färgtäckningsgraden på de olika platserna i sammanslagna skikt samt kvoten mellan plogsula & matjord och alv & matjord

GS-jämförelse					
	5-25 cm	25-35 cm	35-65 cm	plogsula/matjord (25-35/5-25)	alv/matjord (35-65/5-25)
Plats					
Ädelholm	40,2 ab	19,0	11,6 b	0,5	0,28 b
Gärsnäs	64,7 c	21,3	7,0 ab	0,34	0,12 ab
Bramstorp	31,5 a	4,2	2,4 a	0,18	0,08 ab
Karlsfält	58,9 bc	20,3	12,6 b	0,36	0,22 ab
Everöd	56,1 bc	8,2	2,2 a	0,16	0,02 a
p-value	0,000	0,061 ns	0,005	0,145 ns	0,016
LSD	19,1	20,3	9,1	0,428	0,224
R ² , %	65%	35%	51%	28%	44%
CV	0,16	0,45	0,54	0,59	0,66

Jämförelse mellan leden Gårdens standard och Plöjningsfritt

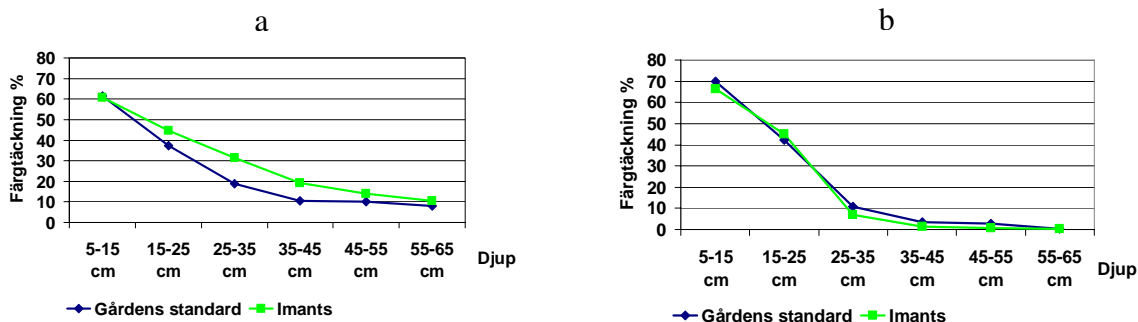
Färgtäckningsgraden skilde sig inte mellan leden i matjorden men var signifikant högre i det plöjningsfria ledet i 25-65 cm-skiktet. Tendensen var likadan på samtliga platser.



Figur 2. Färgtäckningsgrad i leden Gårdens standard jämfört med Plöjningsfritt. Medelvärde för fyra platser. (p-värde: skikt 5-25 cm: 0,854, skikt 25-65 cm: 0,103.)

Jämförelse mellan leden Gårdens standard och Imants

Platsen Everöd har lägre lerhalt och högre andel sand och grovmo. Jorden är således mindre aggregatbildande än den på de övriga tre platserna varför den redovisas separat (Figur 3b).

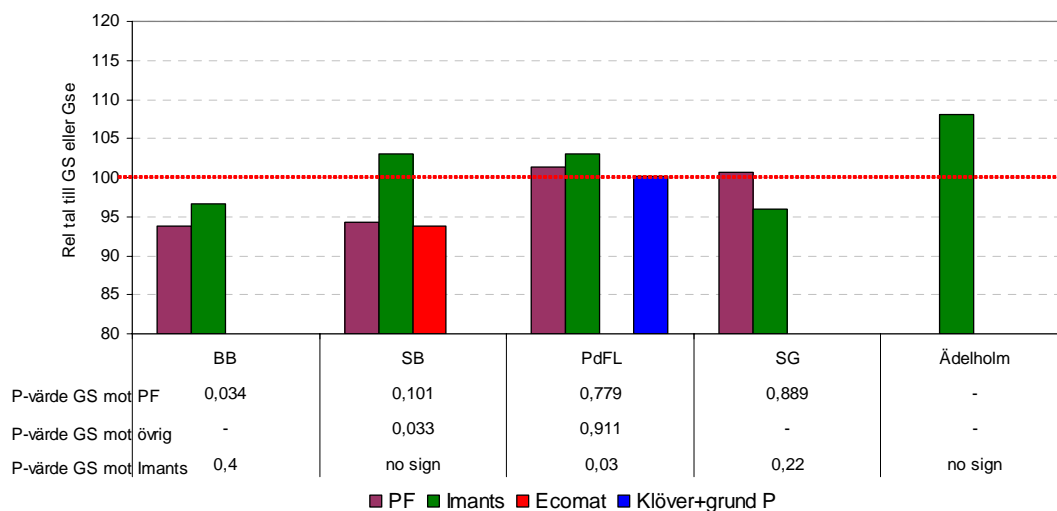


Figur 3. Färgtäckningsgrad i leden med Imants och Gårdens standard. a) tre platser med aggregatbildande jord (p-värde: skikt 5-15 cm: 0,719, 15-65 cm: 0,024). b) Everöd med låg aggregatbildningsförmåga (p-värde: skikt 5-15 cm: 0,31, 15-65 cm: 0,93).

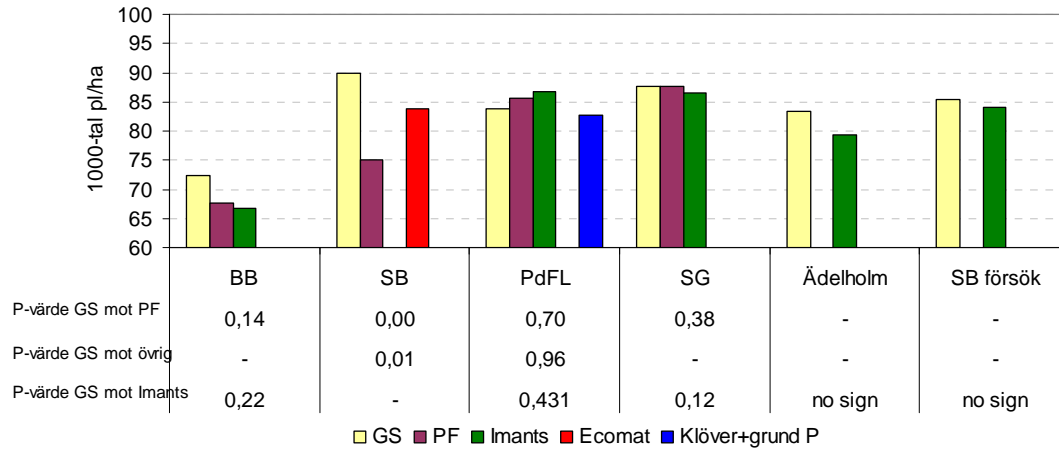
Den genomsnittliga färgtäckningsgraden på de tre aggregatbildande jordarna för djupet 15 t.o.m. 65 cm var signifikant högre i Imantsledet än i Gårdens standard (Figur 3a). På Everödsgården fanns ingen skillnad mellan Imantsledet och Gårdens standard i färgtäckningsgrad i 15-65 cm-skiktet.

Team 20/20

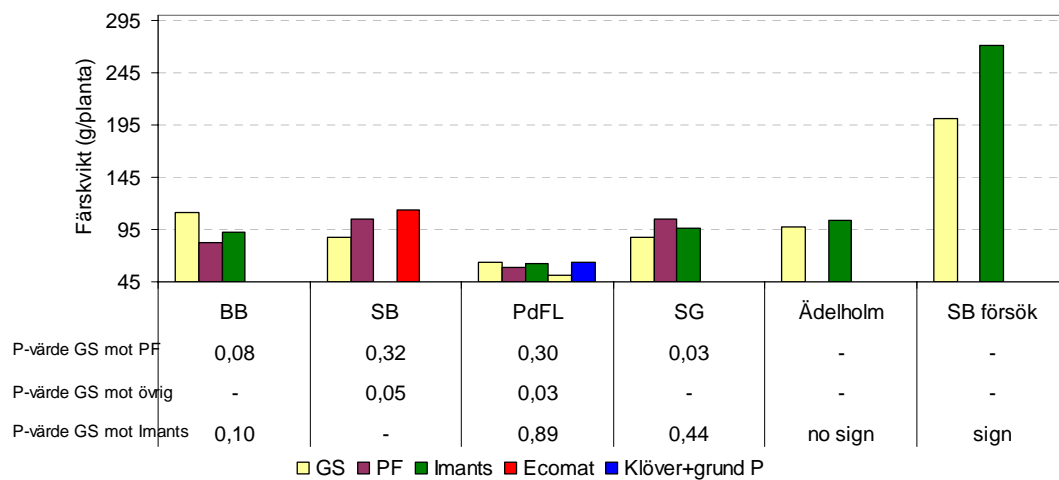
I figur 4 t.o.m. 7 redovisas resultat hämtade från Gunnarsson (2007) med avseende på skörd, planträkning, rotvikt och grenighet i Team 20/20s försöksrutor samt i fältförsöken med redskapet Imants (Yngwe, 2007). Resultaten kommenteras i relation till resultaten från infärgningsstudien, i diskussionsavsnittet.



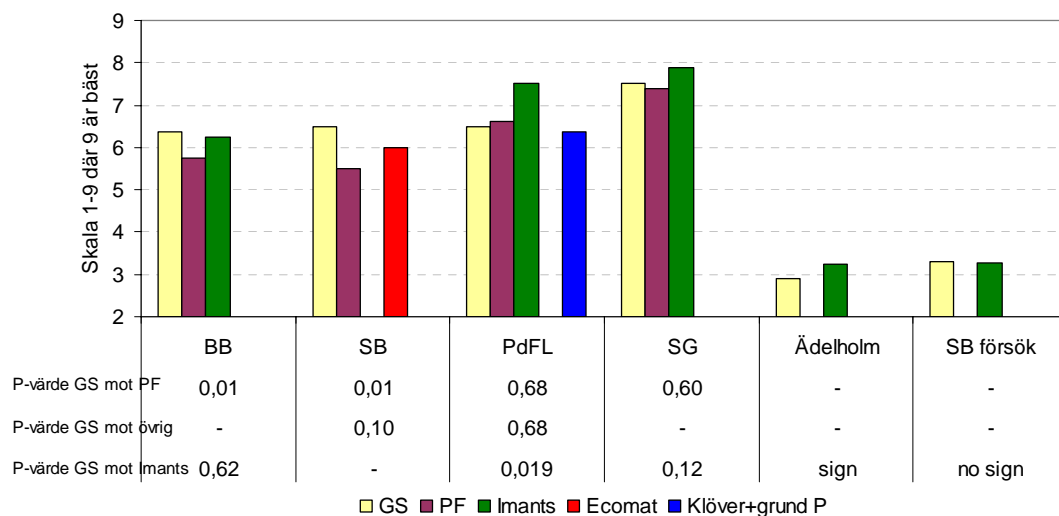
Figur 4. Polsockerskörden 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007) uttryckt som relativtal till Gårdens standard.



Figur 5. Plantantal vid maximal uppkomst 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007).



Figur 6. Rotvikt i juli 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007). På platsen PdFL finns två GS, en för PF, Imants och Ecomat och en för Klöver+grund plöjning.



Figur 7. Grenighet vid skörd 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007).

Diskussion

Platsskillnader i plöjda led (Gårdens standard)

Resultaten visar att det fanns signifikanta skillnader mellan platserna (figur 1). På Everödsgården fanns väldigt lite färg djupt ner i profilen och kvoten mellan färgtäckningen i alven och matjorden var låg. Everödsgården är en lätt jord utan naturlig sprickbildning och med liten förekomst av makroporer. Resultaten är därför väl i överensstämmelse med Flury *et al.*, (1994) som visade att färgen är mer benägen att tränga ner i strukturbildande än i icke strukturbildande jordar. Resultaten från Everödsgården tyder därför på att hypotes 1a är riktig.

På Bramstorp var jordarten lättlera. Den borde således ha en god strukturbildning med ett väl utbrett makroporsystem och därmed ge mycket blå färg i alven. På denna plats var dock färgtäckningsgraden i alven lika låg som på den sandligare Everödsjorden. Enligt hypotes 1b skulle detta tyda på en förtätning mellan matjord och alv. Denna hypotes styrks av den låga kvoten mellan färg i plogsula och matjord (tabell 2) som indikerar att det på denna plats fanns en förtätning, antingen i form av en plogsula eller, vilket vi också såg, en halmsula efter plogen. En annan förklaring till den låga färgtäckningsgraden i alven på Bramstorp kan vara att matjordsdjupet där var 50 cm vilket var djupare än på de övriga platserna. Den mörka färgen i matjorden gjorde att det var svårare att urskilja den blå färgen från Brilliant Blue-lösningen. Detta kan ha bidragit till att vi i bedömningarna kan ha underskattat mängden färg som trängt ner i profilen på Bramstorp.

Åtgärdsjämförelse

Det fanns tydliga skillnader mellan Gårdens standard, som var plöjt till normalt djup, och Plöjningsfritt, som var kört med kultivator, i mängden färg strax under matjorden i 25–65 cm-skiktet (figur 2). Detta tyder på att hypotes 2 är riktig. I det plöjda ledet kunde vi vid utgrävningarna på flera platser se en halmsula som också visade sig effektivt kunna stoppa upp transporten av färg. Detta, i samverkan med den förtätning som uppkommer vid plöjning när skäret glider mot jorden, har förmodligen haft stor betydelse för att förstöra de naturliga makroporerna i marken. I det plöjningsfria ledet kunde vi också se halmrester men här låg de inte som ett stoppande skikt utan som ”halmtussar” utspridda i översta delen av matjorden. På samtliga platser användes en kultivator med antingen gåsfotsskär eller vingskär i det plöjningsfria ledet. Dessa har förmodligen i viss mån påverkat makroporerna genom att skära av och smeta igen dem, dock ej i samma utsträckning som plogen. Resultaten överensstämmer med Hall *et al.*, (1989) som visade att bekämpningsmedelläckage var större på en icke bearbetad plats än på en konventionellt bearbetad plats, där man plöjt marken.

Imants är ett redskap som effektivt luckrar jorden ner till 30-35 cm djup. Den har skapat en mycket homogen jordmassa vilket vi kunde se med blåfärgningstekniken: Imantsledet hade en högre och jämnare färgtäckning i matjordslagret och övre delen av alven (15–35 cm) än vad det plöjda ledet hade (figur 3a). På Gärsnäsgården, Ädelholm och Bramstorp fanns ganska mycket färg i skikten strax under Imantsens arbetsdjup. Det kan tyda på att det där har funnits någon typ av förtätning som revs upp av detta redskap. Däremot har vi inte kunnat se några förhöjda mängder färg i alven på Everödsgården efter Imantsen (figur 3b) vilket kan antas bero på den lerfattigare jordarten på denna plats. Hypotes 3 kan därmed bekräftas för de strukturbildande jordarna på Bramstorp, Ädelholm och Gärsnäs men däremot inte på Everödsgården. På Everödsgården verkar Imantsen istället ha skadat makroporerna av dagmaskgångar som är nödvändiga på en sådan jordart.

Ecomatplöjning fanns bara på en av platserna. Andelen infärgad jord i 5–15 cm skiktet tenderar att vara högre i Ecomatledet än i Gårdens standard. För de djupare liggande skikten fanns ingen skillnad. Arbetshypotes 4 om att andelen infärgad jord skulle öka i 15–25 cm-skiktet till följd av en ny plogsula, kan alltså inte bekräftas. En förklaring kan vara att Ekoskären som använts förebyggt bildningen av en ny plogsula.

Blåfärgningen för orsaksutredning inom Team 20/20 – ett exempel

Plöjningsfri odling jämfört med Gårdens standard

På Everöd och Karlsfält blev skördarna i den plöjningsfria odlingen likvärdig med den i plöjda led (figur 4). Andelen infärgad jord på dessa platser var dubbelt så hög i plöjningsfri odling som i plöjd från 25 cm och nedåt (data redovisas i Gunnarsson och Rydén, 2006). Detta kan illustrera att plöjningsfri odling ej stör de naturliga makroporerna vilket kan ha gynnat betgrödan. På Gärsnäs var däremot andelen infärgad jord i plöjningsfri odling lägre än i det plöjda ledet i 15–35 cm-skiktet. Både plöjningen och kultivatorbearbetningen var på denna plats gjorda på våren under ganska fuktiga förhållanden. Vi tror att de fuktiga förhållandena kan ha bidragit till att bearbetningen med kultivator inte gett förväntad effekt i form av ökad andel blåfärg i alven och att det, tillsammans med lågt plantantal, är en förklaring till den sämre skörden i plöjningsfritt än i Gårdens standard på Gärsnäsgården (figur 4 och 5).

Blåfärgningen som pedagogiskt verktyg

Direkta observationer i fältgroparna

Flera personer involverade i huvudprojektet, Team 20/20, var med ute i groparna och deltog i diskussioner ute i fält kring vad som kunde ses i marken och effekten av olika bearbetningssystem. I plöjda led gick det, på de platser där halmen lämnats kvar efter föregående spannmålsgröda, att se täta halmskikt (halmsulor) i anslutning till plogtillorna. Halmsulorna hade varit synliga även utan infärgning med Brilliant Blue. Vi kunde inte påvisa att de påverkade vattnets väg i någon större omfattning. Vi kunde heller inte på någon plats, med ledning av blåfärgningen, peka ut var plogkroppen eller kultivatorpinnen arbetat.

Slutsats – pedagogiskt instrument

Fältvariationen var så stor att man inte kunde lita till att man med en enskild grop och ett slumpvis snitt alltid skulle kunna åskådliggöra skillnaden mellan t.ex. plöjd jord och plöjningsfri. Efter att ha bearbetat materialet som insamlats från fält, räknat på resultaten och dragit slutsatser, var det däremot möjligt att ur bildmaterialet välja ut en eller flera bilder som kunde representera och illustrera ett enskilt fenomen eller resultat på den aktuella platsen. Ett exempel på detta är hur olika redskap skapar obearbetade zoner (bild 1).

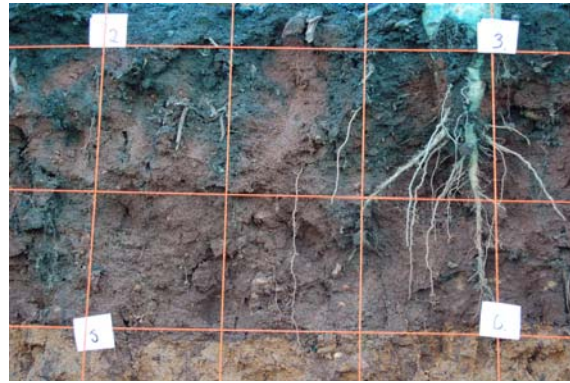
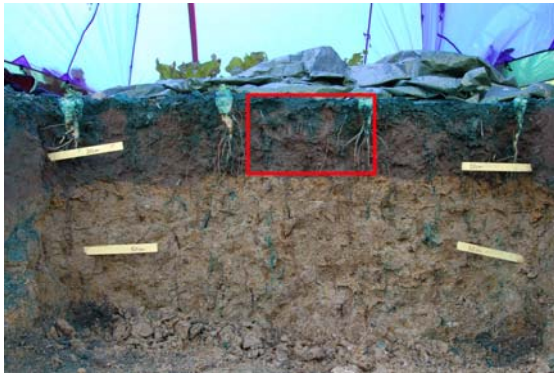


Bild 1. Exempel på hur blåfärgningen kan tydliggöra obearbetade eller täta zoner i marken där ingen vattentransport sker.

Utifrån ovanstående resonemang bedömer vi att metoden har ett pedagogiskt värde för att öka förståelsen för jordens komplexa funktion. Sannolikt uppnås den bästa effekten av en kombination av visning i fält och ett väl förberett bildmaterial.

Publikationer

Gunnarsson, A. och Ryden, A. 2006. Infärgning av jord som verktyg för ökad förståelse av jordens komplexa funktion. SBU rapport, nr 2006-1-2-931. <http://rapporter.sockerbetor.nu>
Avser publicera artikel i tidningen Betodlaren nr. 2, 2008.

Referenser

- Flury, M.;Fluhler, H.; Jury, W.A. and Leuenberger J., 1994. Susceptibility of Soils to Preferential Flow of Water: a Field Study. *Water Resources Research* 30:1945-1954.
- Ghodrati, M.; Ernst, F.F. and Jury, W.A., 1990. Automated Spray System for Application of Solutes to Small Field Plots. *Soil Science Society of America Journal* 54: 287-290.
- Gunnarsson, A., 2007. Fältexperiment 2006. SBU rapport, nr 2006-906:1. Publiceras under februari 2008 under: <http://rapporter.sockerbetor.nu>
- Hall, J.K.; Murray, M.R. and Hartwig, N.L., 1989. Herbicide leaching and distribution in tilled and untilled soil. *Journal of environmental quality*, nr. 18 s. 439-445.
- Petersen, C.T.; Hansen, S.; Jensen, H.E.; Holm, J. and Bender Koch, C., 2004. Movement of suspended matter and a bromide tracer to field drains in tilled and untilled soil. *Soil Use and Management* 20[3], 271-280.
- Yngwe, J., 2007. Djup bearbetning till sockerbetor. Examensarbete vid Institutionen för markvetenskap, SLU.