

Team 20/20

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

2006

2007-906:6

SBU Sockernäringsens BetodlingsUtveckling AB är ett kunskapsföretag som bedriver försöks- och odlingsutveckling i sockerbeter för svensk sockernäring.

SBU ägs till lika delar av Danisco Sugar och Betodlarna.

Kontaktpersoner:

Anita Gunnarsson
anita.gunnarsson@danisco.com
0709-53 72 63

Anders Rydén
anders.ryden@danisco.com
0709-53 72 64

SBU AB, Borgeby Slottsväg 11, 237 91 Bjärred

INNEHÅLL

INTRODUKTION	2
MATERIAL OCH METOD	3
UTRUSTNINGEN OCH FÄRGÄMNE	3
FÖRSÖKSFÄLT OCH LED	4
PRAKTISKT GENOMFÖRANDE.....	5
STATISTISK ANALYS	6
RESULTAT	7
PLATSSKILLNADER I PLÖJDA LED (GÅRDENS STANDARD)	7
JÄMFÖRELSE MELLAN LEDEN GÅRDENS STANDARD OCH PLÖJNINGSFRIIT.....	8
JÄMFÖRELSE MELLAN LEDEN GÅRDENS STANDARD OCH IMANTS	8
BEDÖMNINGAR I FÄLT ENLIGT SEPARAT PROTOKOLL	9
PEDAGOGISK ILLUSTRATION – EN METOD.....	9
TEAM 20/20	12
DISKUSSION	14
PLATSSKILLNADER I PLÖJDA LED	14
ÅTGÄRDSJÄMFÖRELSE	14
BLÅFÄRGNINGEN FÖR ORSAKSUTREDNING INOM TEAM 20/20	15
<i>Imants jämfört med Gårdens standard</i>	15
<i>Plöjningsfri odling jämfört med Gårdens standard</i>	15
BLÅFÄRGNINGEN SOM PEDAGOGISKT VERKTYG	16
<i>Direkta observationer i fältgroparna</i>	16
SLUTSATS – PEDAGOGISKT INSTRUMENT	17
SLUTSATSER	18
SAMMANFATTNING	19
REFERENSER	19

Introduktion

I pågående SLF-projekt, nr 0344004, Mot maximal regional tillväxt – ett On Farm Research-projekt i sockerbeter, arbetar vi med att pröva åtgärdspaket som förväntas öka grödans tillväxtpotential och sänka produktionskostnaden. Projektet benämns fortsättningsvis som Team 20/20. I varje behandling (åtgärdspaket) ingår en kombination av åtgärder som sammantaget förväntas öka skörden och/eller sänka produktionskostnaden för socker. Åtgärderna kan i hög grad förväntas påverka såväl kemiska, biologiska som fysikaliska faktorer i marken. Angreppsvinkeln att kombinera flera åtgärder har både för- och nackdelar. Fördelen är att flera av åtgärderna sammantaget kan förväntas ge andra och mer önskvärda effekter än var åtgärd för sig. Nackdelen är att betydelsen av varje enskild åtgärd inte kan redovisas med säkerhet – detta trots ett relativt omfattande mätprogram med huvudsakligt syfte att ge en bild av hur åtgärdspaketet påverkat viktiga markfunktioner.

I obearbetad mark uppstår ett makroporsystem som till största delen består av daggmaskgångar 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.

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 blåfärgning att vertikala daggmaskgångar 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. Vid direktsådd var vattenrörelserna större än i bearbetad mark.

Genom att infiltrera vatten uppblandat med ett färgämne färgas de delar av makroporsystemet in som har en för vattentransport fungerande anslutning till matjorden.

Målsättningen med det här presenterade projektet var ursprungligen att:

- 1) utvärdera om metoden med infärgning av jord kan bidra till orsaksutredning inom SLF-projektet Team 20/20.
- 2) skapa referens för infärgning från enfaktoriella fältförsök med olika bearbetningssätt (plöjning respektive djup bearbetning med rotorredskap) för att förstärka potentialen för orsaksutredning. (Denna del var tänkt att utföras som ett examensarbete inom agronomprogrammet.)
- 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) Vid ett och samma jordbearbetningssystem har aggregatbildande jordar fler och stabilare 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. 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 har luckrat i plogsulan. Därmed ökar genomströmningen av färg till alven genom plogsulan och andelen infärgad jord i alven ökar.
- 4) I Imantsbearbetade led får vi en mer homogen matjord och därmed sker en stor del av vattentransporten i matjorden som matrixflöde. Detta leder till att mer färg adsorberas i matjorden och vi får en mindre färgtäckning i alven.
- 5) 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.
- 6) Okulärt har vi fler synliga rester av mellangrödan i åtgärdspaketen än i gårdens standard.

Material och metod

Utrustningen och färgämne

Färgämnet som användes marknadsförs under namnet Brilliant Blue FCF, CAS-nummer 3844-45-9. Användningsområdet i övrigt är som färgämne i livsmedel, då under beteckningen E 133. 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.

Vid en funktionskontroll av utrustningen utförd av tillverkaren i inomhusmiljö, var variationskoefficienten (VK) för spridningsjämnheten i sprutbommens färdriktning 1-5 % och för spridningsjämnheten längs sprutbommen 6 %. Testen gjordes med munstycke Teejet 110-01. Ovanstående resultat för VK i bommens längdriktning kan jämföras med kravet på spridningsjämnhet för lantbrukets bomsprutor där variationskoefficienten inte får överstiga 10 %, enligt EN 13790-1.

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. Pumpen drivs av en motor på 1,5 kW och trycket går att variera steglöst. Ett bensindrivet elverk med en effekt på 2,6 kW användes för att driva pumpen och sprutrampens motor. Sprutrampen sitter upphängd på en 1,6 m lång balk och drivs fram och åter längs balken med en elmotor. Sprutrampens hastighet längs balken går

att variera steglöst. Sex stycken munstycken sitter placerade längs sprutrampen på 250 mm avstånd från varandra. Vi provade inledningsvis två olika munstyckstyper: ett standardmunstycke, Teejet 110-01 och ett injektormunstycke, AVI 80-01, och valde att använda injektormunstycket AVI 80-01 då detta var minst känsligt för vindpåverkan.

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)
- Karlsfält (Team 20/20s experimentytor)
- Everödsgården (Team 20/20s experimentytor)
- Bramstorp (Team 20/20s experimentytor samt traditionellt fältförsök)
- Ädelholm (traditionellt fältförsök)

Beskrivning av jordarna på de olika platserna finns i bilaga 1. 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 experimentytor. 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 följde 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 J, 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	Fånggröda: Rödsvingel, insädd 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	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	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	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 ÅY och VY. Endast Gärsnäs angav att bosspridningen på tröskan var helt tillfredsställande för plöjningsfri odling. På Bramstorp uppgavs halmspridningen vara otillfredsställande i ÅY 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

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, se bild 1. Sprutmunstycket AVI 80-01 användes då detta medgav ett relativt högt flöde utan hög risk för vindavdrift. Vatten påfördes i genomsnitt med ett flöde på ca 0,17 l/min. Under både vattning och färgning reglerades flödet och rampens hastighet för att undvika att vatten blev stående i pölar på markytan.



Bild 1. Så här kunde det se ut när applikatorn användes i fält.

Med applikatorn påfördes först vatten utan färg, i en sådan mängd att jorden mättades, bilaga 2. Därefter täcktes ytan över med plast och lämnades i ca ett dygn, då vi bedömde att dräneringsjämvikt uppnåts. 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 med grävmaskin i ena kanten av rutan. Denna grop fungerade som "stågrop" och härifrån grävdes snitt fram för hand och jorden kunde kastas bakåt i gropen. 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. Ramen placerades med överkanten 5 cm under markytan. En bild togs per 6 rutor av rutnätet. Även betorna i groparna fotograferades. Kameran som användes var en Nikon D50, en digital systemkamera med 5 megapixels upplösning. Vid fotograferingen försökte vi att skugga profilen med ett tält eller presenning för att få så bra och enhetliga bilder som möjligt.

Bilderna från varje ruta analyserades okulärt med avseende på andelen färgtäckt yta. Vid behov förstärktes kontrasterna i ett bildbehandlingsprogram. Alla bedömningar gjordes av samma person.

En allmän bedömning av profilen gjordes också, där bland annat matjordsdjup, plogsula och eventuella effekter av mellangröda studerades.

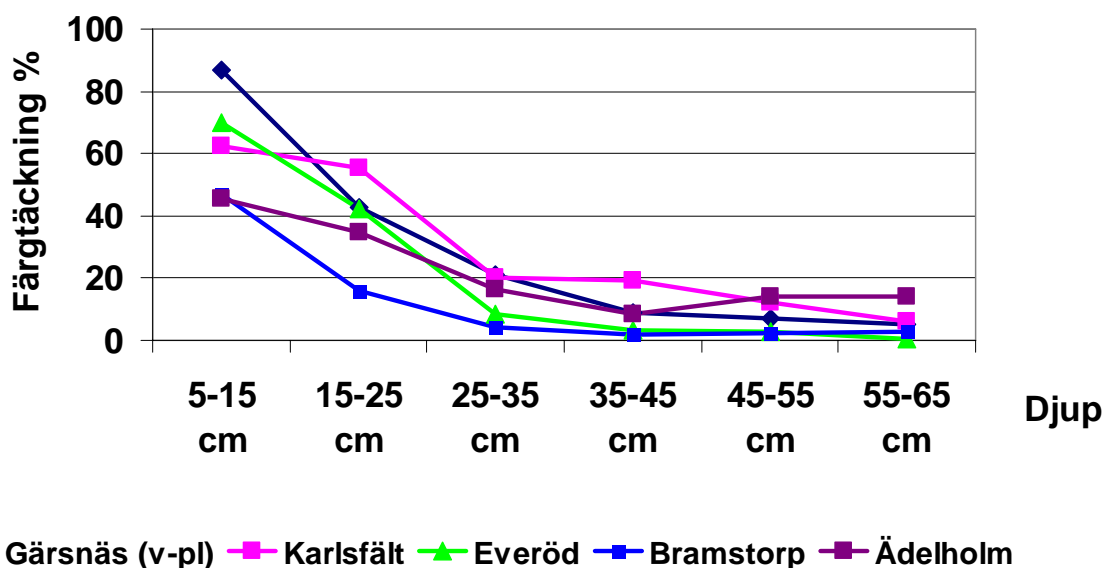
Statistisk analys

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.

Färgtäckningsgraden analyserades även statistiskt för varje 10 cm-skikt för sig (bilaga 2, tabell 2:1).

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

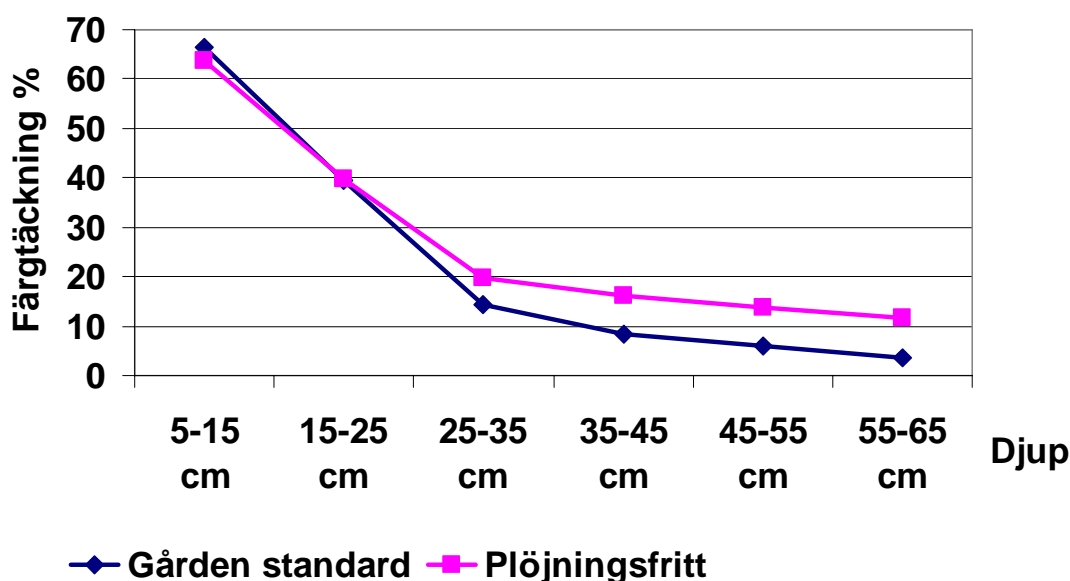
Plats	GS-jämförelse			plogsula/matjord (25-35/5-25)	alv/matjord (35-65/5-25)
	5-25 cm	25-35 cm	35-65 cm		
Ädelholm	40,2 ab	19,0	11,6 b	0,5	0,28 b
Gärsnäs	64,7 c	21,3	7,0 ab	0,34	0,12 ab
Bramstorp	31,5 a	4,2	2,4 a	0,18	0,08 ab
Karlsfält	58,9 bc	20,3	12,6 b	0,36	0,22 ab
Everöd	56,1 bc	8,2	2,2 a	0,16	0,02 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

I bilaga 2, tabell 2:2 visas resultaten i färgtäckningsgrad för det plöjningsfria ledet, PF på de olika platserna.

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 (bilaga 3, figur 1-4).

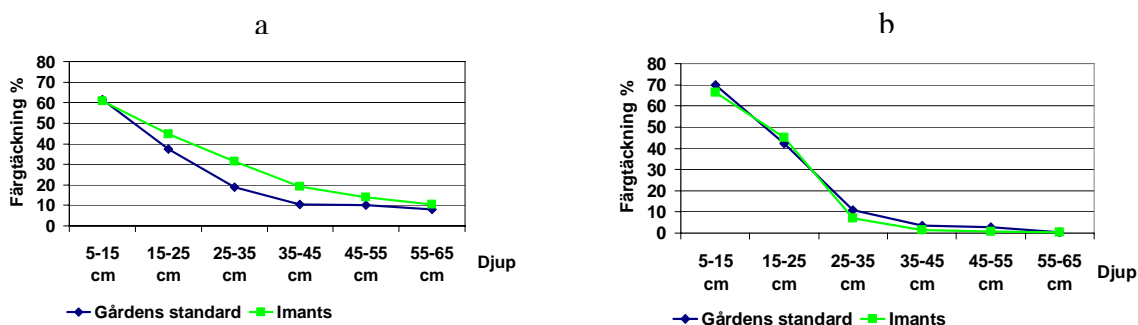
Färgtäckningsgraden för Gårdens standard respektive Plöjningsfritt analyserades statistiskt för varje 10 cm-skikt (bilaga 2, tabell 2:3).



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. Inga signifikanta skillnader kunde observeras mellan leden vare sig på de aggregatbildande jordarna eller på Everödsgården om den statistiska analysen istället gjordes på avläsningar från varje 10 cm-skikt (tabell 2:4 i bilaga 2).

Bedömningar i fält enligt separat protokoll

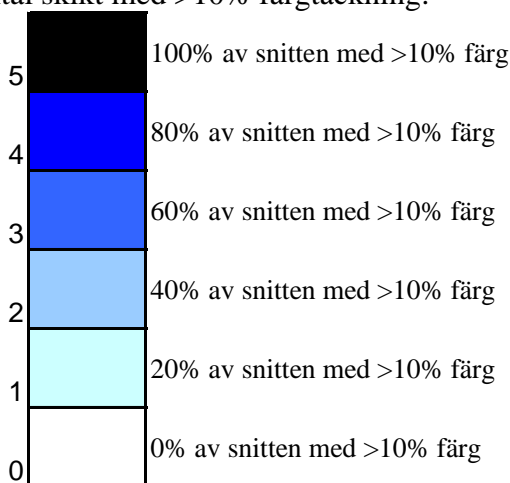
Samtliga iakttagelser från fält redovisas i bilaga 4. Se kommentarer vidare i anslutning till diskussionen.

Pedagogisk illustration – en metod

För att på ett pedagogiskt, översiktligt och samlat vis åskådliggöra de resultat som har presenterats tidigare i rapporten omvandlades resultaten till en färgskala från svart till vitt:

- Alla dm^2 -rutor som hade $>10\%$ gavs siffran 1 och alla rutor som hade mindre färg gavs siffran 0.
- Därefter adderades antalet ettor i varje dm^2 -ruta i alla snitt. Maximalsumman i en ruta var alltså 5, vilket inträffade om alla snitten för den rutan hade $>10\%$ färgtäckning.
- Denna siffra mellan 0 och 5 fick en färg enligt figur 4 som sedan plottades i ett koordinatsystem för gropen.

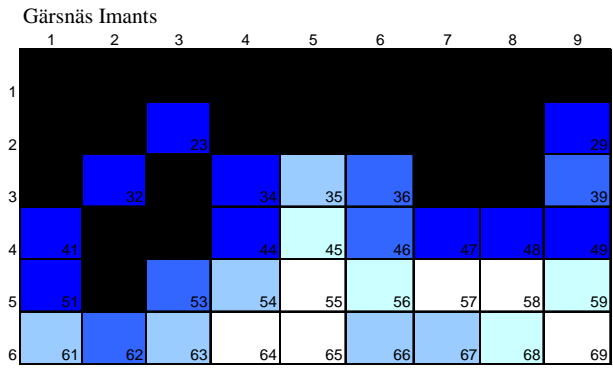
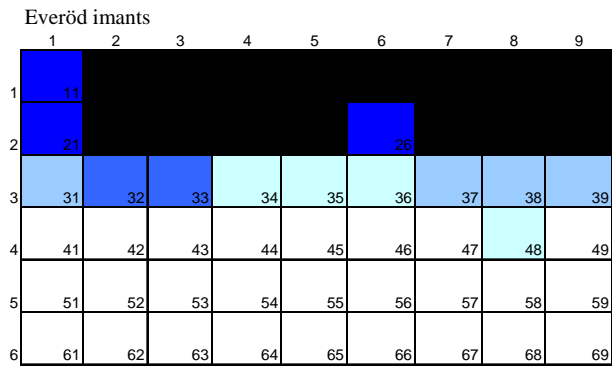
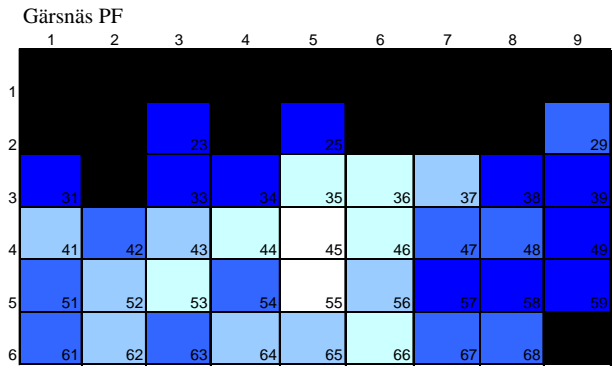
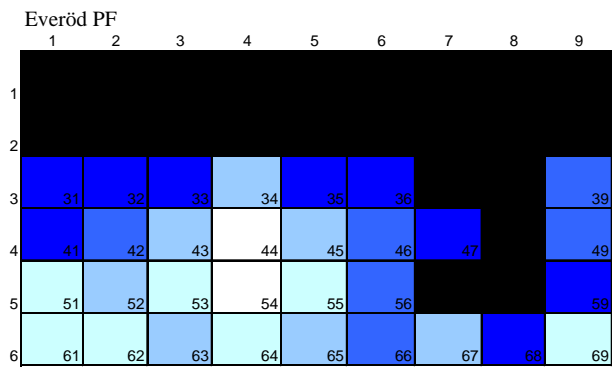
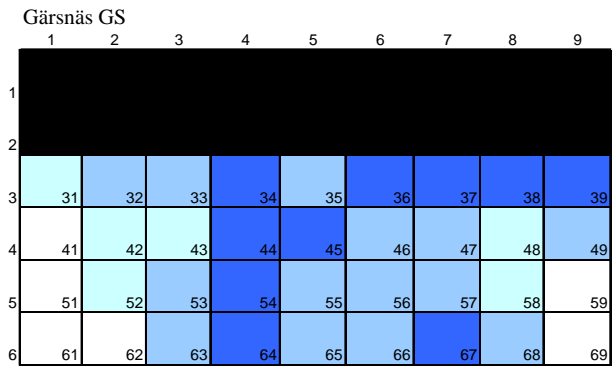
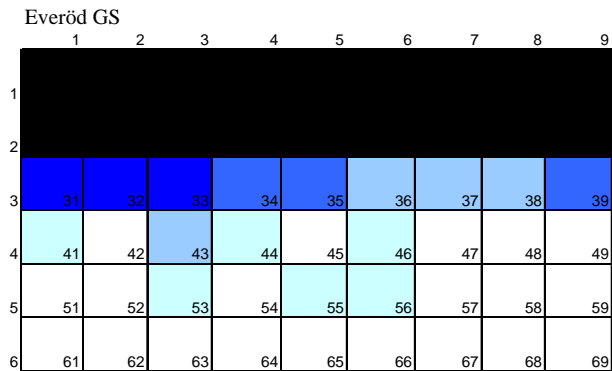
Antal skikt med $>10\%$ färgtäckning:



Figur 4. Skala för illustration av färgnedträngning.

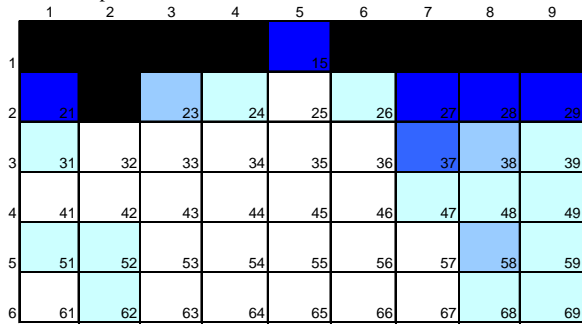
Figur 5 och 6 visar en sammanställning av de fem snitten i varje grop. Bilderna ger en uppfattning om mängden färg vid olika djup som ett medelvärde för alla fem snitten i hela gropen.

Flera rutor med mörka nyanser djupare ner i det plöjningsfria ledet än i Gårdens standard illustrerar att mer blå färg trängt ner i PF än i GS. På Gärsnäsgården visar färgillustrationerna även att mer färg har tagit sig ner djupare i profilen i Imantsledet än i GS, medan man lätt ser att detta inte var fallet på Everödsgården. I ledet med Ecomatplöjning på Bramstorp ser man att det är ytterst lite färg som trängt ner i alven.

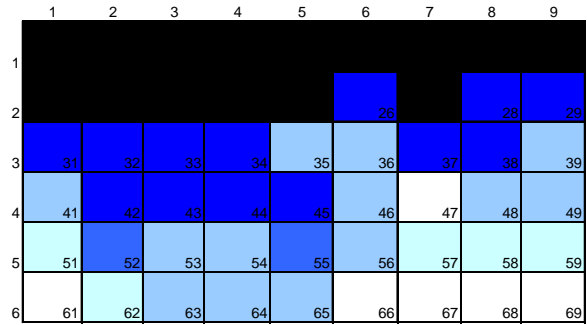


Figur 5. Illustration av färgnedträngningen av Brilliant Blue FCF i de olika behandlingarna på Gärsnäsgården och Everödsgården.

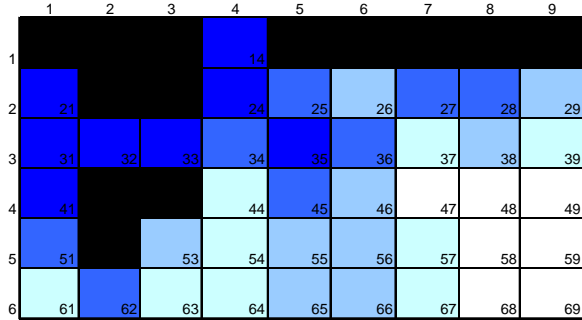
Bramstorp GS



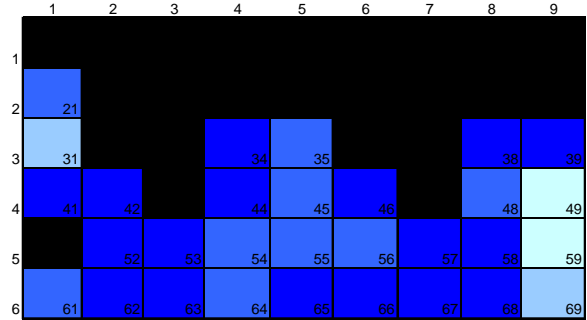
Karlsfält GS



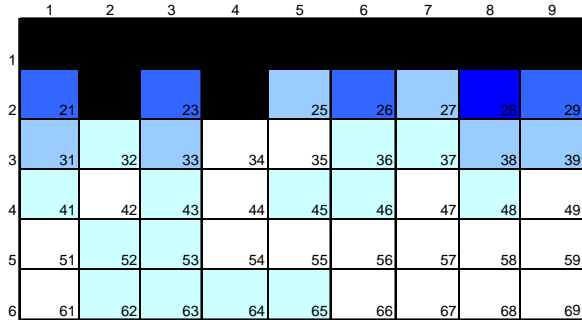
Bramstorp PF



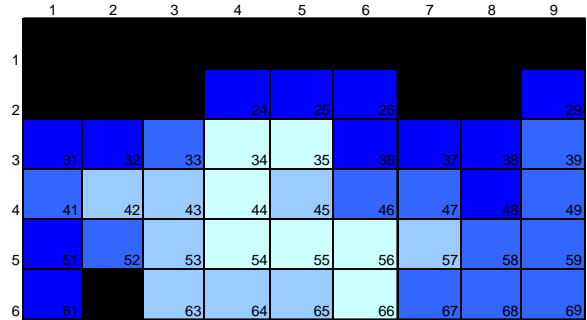
Karlsfält PF



Bramstorp Ecomat



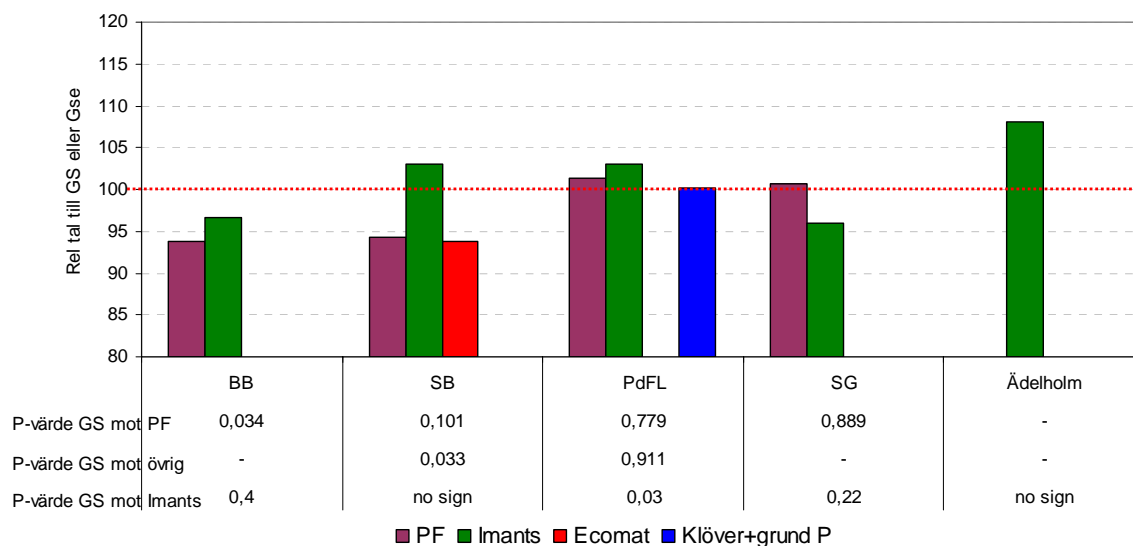
Karlsfält Klövervall



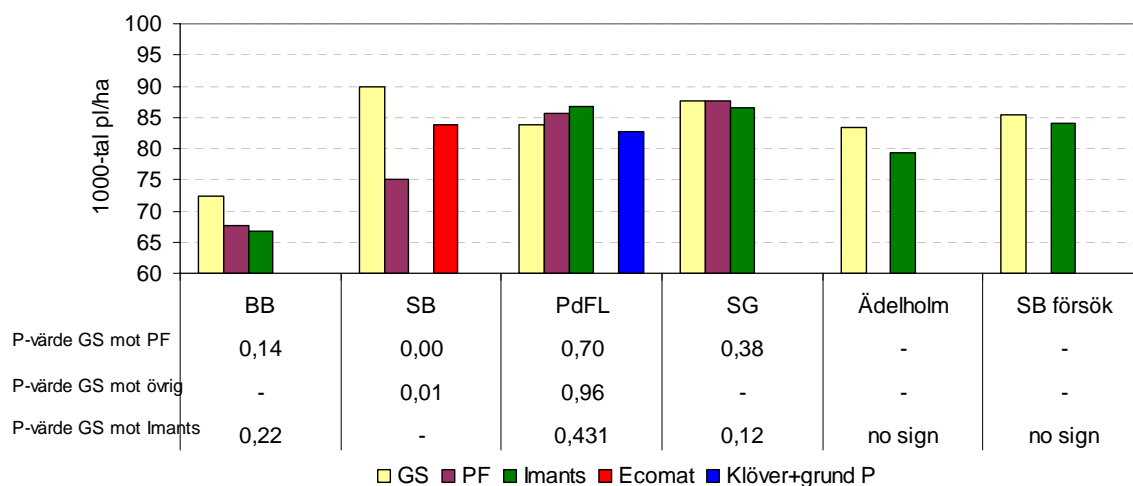
Figur 6. Illustration av färgnedträngningen av Brilliant Blue FCF i de olika behandlingarna på Bramstorp och Karlsfält.

Team 20/20

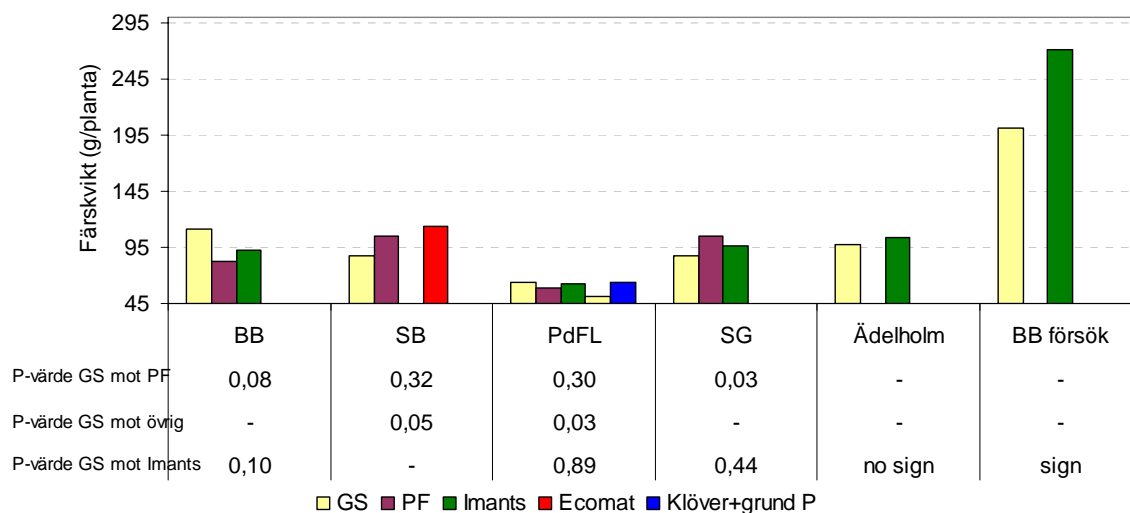
I figur 7 t.o.m. 10 visas resultaten med avseende på skörd, planträkning, rotvikt och grenighet i Team 20/20s försöksrutor (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöken med redskapet Imants (projekt 2006-1-1-205; Yngwe, 2007). Resultaten kommenteras i relation till resultaten från infärgningsstudien, i diskussionsavsnittet.



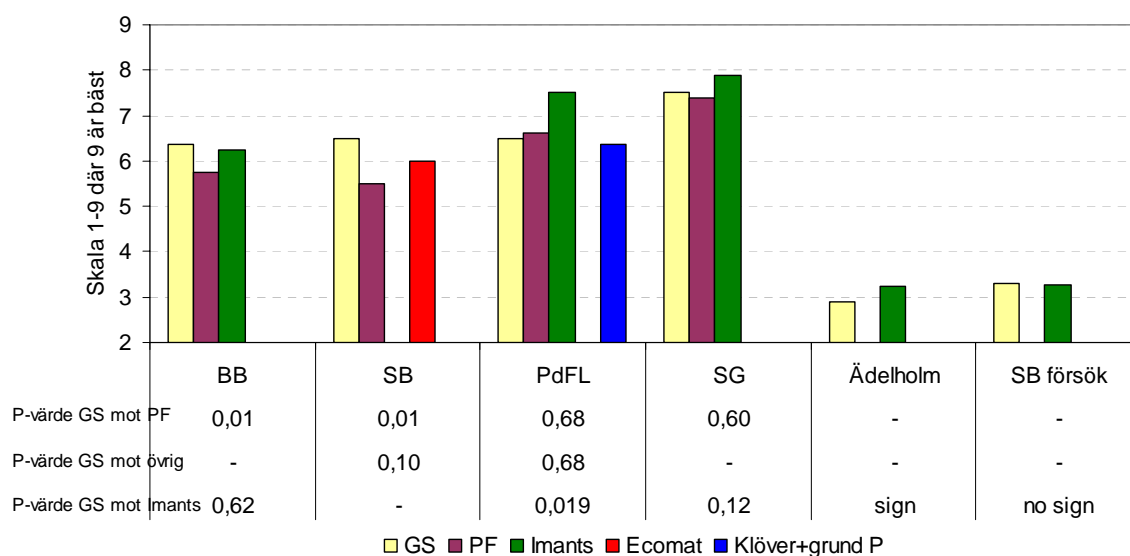
Figur 7. Polsockerskörden 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007) uttryckt som relativtall till Gårdens standard.



Figur 8. Plantantal vid maximal uppkomst 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007).



Figur 9. 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 10. Grenighet vid skörd 2006 i Team 20/20 (Gunnarsson, 2007) samt i fältförsöket med Imants (Yngwe, 2007).

Diskussion

Platsskillnader i plöjda led

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 1 är riktig. Resultaten från Bramstorp pekar däremot i motsatt riktning. På Bramstorp, som är en lättlera och borde ha en god strukturbildning med ett väl utbrett makroporsystem fann vi inga tecken på några större preferensflöden. På denna plats var även andelen färgtäckt jord i matjorden låg. I Gårdens standard på Bramstorp var matjordsdjupet 50 cm (Bilaga 4) vilket var djupare än i Gårdens standard 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. Kvoten mellan färg i plogsula och matjord (tabell 2) indikerar dock att det på denna plats finns en förtätning, antingen i form av en plogsula eller, som vi också såg, en halmsula efter plogen (bilaga 4).

Smektit/vermikulitindex (SmV) är en kvot mellan andelen smektit/vermikulit och illit + kaolinmineral. Bramstorp och Ädelholm har höga smektit/vermikulitindex: 3,5 respektive 3,6. De övriga gårdarnas SmV är: Gärnsås = 1,1, Karlsfält = 1,45, Everöd = 1,2 och Ädelholm = 3,6 (pers. medd. Olsson Å., 2007). Smektit och vermikulit är lermineraler med en mycket hög katjonbyteskapacitet, CEC. Det innebär att de också binder den blå färgen Brilliant Blue till sig. En stor del av den blå färgen på Bramstorp kan därför ha adsorberats till de översta 5 cm av matjorden vilket kan förklara de små färgmängderna i den nedre delen av matjorden och alven. Detta överensstämmer med resultaten att även Ädelholm, som också har ett högt smektit/vermikulitindex, har låg andel färgtäckt jord i skikten 5–15 och 15–25 cm. På Ädelholm fanns det dock relativt mycket färg i alven och kvoten mellan färg i alven och matjorden var hög (Tabell 2). Den samlade bilden av resultaten från Ädelholm och Bramstorp pekar därmed på att den låga andelen färg i alven på Bramstorp har orsakats av förtätningar.

Åtgärdsjämförelse

Det fanns tydliga skillnader mellan Gårdens standard, som är plöjt till normalt djup, och Plöjningsfritt, som är 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 (bilaga 4). 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 genom att 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 Gärnsnäsgården, 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 Gärnsnäs 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 (Bilaga 3, Figur 3). För de djupare liggande skikten fanns ingen skillnad. Arbetshypotes 5 om att andelen infärgad jord skulle öka i 15–25 cm-skiktet till följd av en ny plogsula, kan alltså inte bekräftas.

Under arbetet i fält kunde vi inte med säkerhet säga att vi hittat några rester av rötter från mellangrödan som växt på platsen. Därmed kan vi inte bekräfta hypotes 6.

Blåfärgningen för orsaksutredning inom Team 20/20

Imants jämfört med Gårdens standard

Imantsledet på Gärnsnäsgården gav jämfört med Gårdens standard högre tillväxt fram till 5 juli och mindre grenighet (Figur 9 och 10). Andelen färgtäckt yta i skikten 15–65 cm var även den högre i Imantsledet än i GS även om skillnaden bara var signifikant i skiktet 35–45 cm (Bilaga 3, Figur 2). Allt detta tyder på att betan haft en gynnsam miljö. Resultaten från blåfärgningen stärker bilden av att växtförhållandena varit gynnsamma för betgrödan. Trots detta har vi fått en liten skördesänkning som troligen kan förklaras med ett sämre bestånd av plantor (Figur 7 och 8). På Ädelholm och Bramstorp visar blåfärgningen samma mönster som på Gärnsnäs men på dessa platser har plantantalet varit bra (Bilaga 3, Figur 5 och 6). Imantsledet har på dessa platser gett skördeökning jämfört med det plöjda ledet (Figur 9 och 10). Det styrker tilltron till att skördesänkningen i Imantsledet på Gärnsnäsgården till stor del beror på lågt plantantal.

På den icke aggregatbildande jorden som platsen Everöd representerar, var andelen infärgad jord i 25–55 cm-skiktet mindre i Imantsledet än i det plöjda ledet (bilaga 3, Figur 1). Detta tyder på att redskapet på denna plats har ödelagt de makroporer/dagmaskgångar som fanns. På denna plats tror vi att detta kan vara förklaringen till skördesänkningen.

Plöjningsfri odling jämfört med Gårdens standard

På Everöd och Karlsfält blev skördarna i den plöjningsfria odlingen likvärdig med den i plöjda led (Figur 7). Andelen infärgad jord på dessa platser var dubbelt så hög i plöjningsfri odling som i plöjd från 25 cm och nedåt (Bilaga 3, Figur 1 och 4). Detta kan illustrera att plöjningsfri odling ej stör de naturliga makroporerna vilket kan ha gynnat betgrödan.

På Gärnsnäs var andelen infärgad jord i plöjningsfri odling däremot lägre än i det plöjda ledet i 15–35 cm-skiktet (Bilaga 3, Figur 2). Både plöjningen och kultivatorbearbetningen var på denna plats gjorda på våren under ganska fuktiga förhållanden. Vi tror att de fuktiga förhål-

landena 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 7 och 8).

Blåfärgningen som pedagogiskt verktyg

Direkta observationer i fältgroparna

Flera personer involverade i huvudprojektet, Team 20/20, har varit med ute i groparna och deltagit i diskussioner ute i fält kring vad som kunde ses i marken och effekten av olika bearbetningssystem. På samtliga gårdar fick odlarna en tydlig bild av hur vattentransporten under bearbetningsdjup i huvudsak sker i vertikala makroporer. De kunde också på alla platser iakttäta att flertalet av de vertikala gångarna användes och sannolikt var skapade av daggmaskar. Däremot gick det inte, på någon plats, att notera några rotrester eller andra synliga effekter av mellangrödorna under markytan – vare sig i matjord eller alv.

I plöjda led gick det, på de platser där halmen lämnats kvar efter föregående spannmålsgröda, att se täta halmskikt (halmsulor) i anslutning till plogtiltorna (Bilaga 5:1, 5:4, 5:7 och 5:10). 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. Om man i stället för att gräva ut vertikala snitt tvärs betraderna valt att gräva ut på ett sätt så att man följde genombrotten av blå färg inåt i gropen, hade det sannolikt varit möjligt att tydligare studera effekten av den enskilda kultivatorpinnen.

Förutsättningarna för att, i fält, lära om markens funktioner varierade mellan de olika gårdarna beroende på att både jordarna och i viss mån "åtgärdspaketen" var olika. I vissa fall påverkades groparna av inomfältsvariationer som inte hade med åtgärdspaketen att göra. Till exempel skilde sig matjordsdjupen i högre eller mindre utsträckning mellan groparna på ett sätt som inte alltid kunde härledas till åtgärdspaketen (Bilaga 4). I det följande listas dock kort några iakttagelser som var möjliga att göra i fält tillsammans med besökande odlare och/eller rådgivare på respektive gård.

Gärsnäsgården: Den mest påtagliga iakttagelsen på Gärsnäsgården var skillnaden i rotform mellan de olika åtgärdspaketen. Betorna i Imantsledet hade bäst rotform, följt av betorna i den plöjda jorden, medan betorna i det plöjningsfria kultiverade ledet var grenigare (Bilaga 4). För att göra dessa iakttagelser behövdes ingen blåfärgning. Vid besöket var det svårt att tydligt se någon skillnad på andelen blå färg i alven mellan de olika leden. Besökarna uttryckte ändå att det var väldigt intressant med blåfärgningen eftersom den visade att det blåfärgade vattnet inom loppet av ett par dagar, via makroporer, rört sig så djupt ner, minst ner till det djup som groparnas var grävda till.

Bramstorps gård: Liksom på Gärsnäsgården var skillnaden i rotform iögonfallande. Betorna var påtagligt mindre greniga i Gårdens standard (plöjd) och i den kultivatorbearbetade Visionsytan än i Åtgärdsytan (Ecomatplöjd). Odlaren påtalade att den vetesort, Harnesk, som han hade odlat före betgrödan hade ovanligt lång halm. Han upplevde dock att plöjningen i GS fungerat tillfredställande. Däremot var han inte överraskad av halmsulan i Ecomatledet. Kombinationen av kort stubb (Tabell 1), lång halm och den grunda helt vändande plöjningen som Ecomaten åstadkommer, har sannolikt orsakat den kraftiga halmsulan i Ecomatledet.

Ytterligare en iakttagelse i groparna på Bramstorps gård var att jordlagret under bearbetningsdjup hade nästan samma mörka färg som det bearbetade lagret. Enligt generalprov för hela fältet var mullhalten i skiktet 0–20 cm 2,7–2,8 % och i skiktet 40–60 cm 1,5–1,6 % (Bilaga 1). Man kunde dock i de tre gropar vi studerade se att matjordsdjupet varierade kraftigt mellan groparna: 50 cm i GS, 75–80 cm i ÅY (Ecomat) och 90–110 cm i VY (kultivator) (Bilaga 4). Den blå färgen var svårare att urskilja i den mörka matjorden än i den underliggande jorden. Skillnaderna i andel blå färg och antal synliga makroporer i alven mellan GS och VY var därför inte så tydliga att vi direkt i fält kunde påvisa dem.

Everöd: på Everödsgården kunde odlaren och rådgivaren, tack vare infärgningen, tydligt iaktta den stora skillnaden mellan hur vattnet rört sig i plöjningsfri odling jämfört med i plöjd: fler infärgade makroporer och större andel infärgad jord i plöjningsfri odling (Bilaga 5:4 och 5:5). Halmsulan i GS var tydlig.

Karlsfält: På Karlsfält skilde sig matjordsdjupet mellan groparna i de olika leden (Bilaga 4), även om skillnaden inte var alls så markant som på Bramstorps gård. På några ställen fanns också ett markant avvikande jordskikt strax under matjorden (Bild 2 och Bilaga 5:10). Dessa skikt stoppade i stort sett helt makroflödena i vertikal riktning. De avvikande jordskikten och de varierande matjordsdjupen gjorde att det var svårt att i fält dra slutsatser om de olika åtgärdernas effekt på hur vattnet transporteras i jorden. Variationen mellan de olika skikten och mellan groparna var för stor. Upptäckten av de annorlunda jordskikten var dock av intresse i sig själva. Odlarens far, som var en av dem som besökte gropen under utgrävningen, menade att myrmalm fanns i de täta skikten.



Bild 2. Markant annorlunda jordskikt på Karlsfält. Denna förtätning hindrade den vertikala vattentransporten och försvårade bedömningen av hur åtgärderna på fältet påverkade betgrödan.

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. En kombination av de diagram som presenteras i figur 5 och 6 och vanliga foton torde vara lämpligt ur pedagogisk synvinkel. Man kan även genom utvalda fotografier åskådliggöra t.ex. hur olika redskap skapar obearbetade zoner (bild 3).

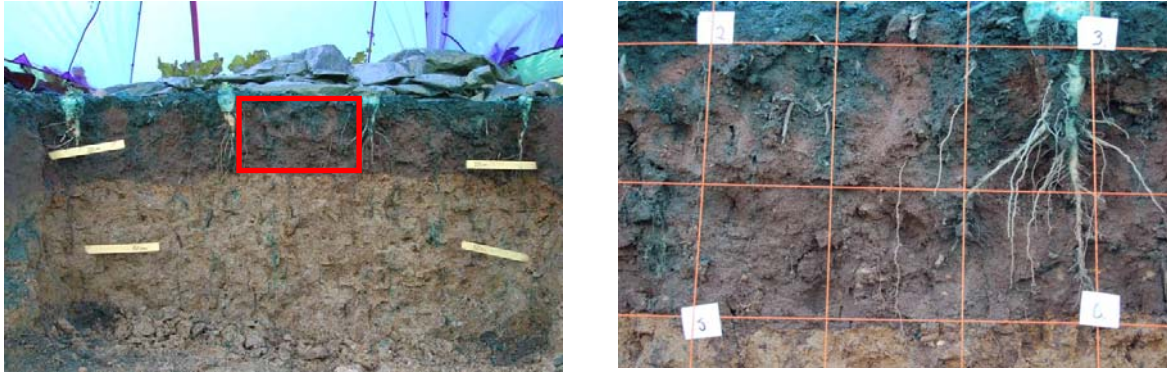


Bild 3. Exempel på hur blåfärgningen kan tydliggöra obearbetade eller täta zoner i marken där ingen vattentransport sker.

Om man vill använda blåfärgningen som ett pedagogiskt instrument i fält förutsätter det att fältgropen förberetts så att man preparerat fram ett snitt som illustrerar det man konstaterat utifrån tidigare studier. Vid förberedelserna för en sådan visning måste man räkna med att man kan bli tvungen att flytta gropen. Den kan t ex ha hamnat där matjord fyllts över en dränering. I vårt arbete blev vi t.ex. tvungna att helt börja om från början på en ny plats i en av groparna i Gärsnäs – detta trots att vi i förväg undersökt området runt varje tänkt blåfärgningsgrop genom att ta jordprover med jordborr ner till 60 cm.

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.

Slutsatser

- Metoden illustrerar preferensflöde på ett bra sätt.
- Resultaten visar på ett mindre preferensflöde i plöjda led jämfört med kultivator- och Imantsbearbetade led.
- Metoden bidrar endast i mycket begränsad omfattning till orsaksutredning inom Team 20/20. Delvis kan detta bero på att arbetet måste begränsas till fyra gårdar och totalt tolv gropar mot planerade totalt 25 gropar på sju gårdar.
- Metoden är ett användbart pedagogiskt verktyg för att skapa diskussioner kring marken och jordbearbetning.

Sammanfattning

Studien genomfördes för att utröna om infärgning av jord med Brilliant Blue kunde användas för orsaksutredning och som pedagogiskt verktyg inom SLF-projektet Team 20/20. Blåfärgningen genomfördes på fem olika platser i Skåne. Platserna representerar, för Skåne, vanliga jordtyper. På de fem platserna jämfördes olika typer av jordbearbetning. En yta på 1,6 x 1,6 meter i ett sockerbetsfält infärgades med 40 mm Brilliant Blue FCF. Efter ett dygn grävdes fem vertikala snitt fram och fotograferades för att senare kunna studera hur vattnet fört med sig den blå färgen nedåt när det rört sig genom profilen. Färgmönstret visade på stora skillnader mellan olika jordar. I strukturbildande jordar hade färgen trängt ner djupare och vi fann en större förekomst av preferensflöde än i enkelkornjordar. Jordbearbetningen påverkade i hög grad hur färgen rört sig genom profilen.

Andelen färgtäckt yta i alven var större vid plöjningsfri odling än vid konventionell plöjning vilket visade att det fanns fler fungerande makroporer i det förstnämnda. Djup bearbetning med Imants till 25-30 cm gav också större andel färg i alven än plöjning.

Metoden med att färga in jord kunde alltså bidra till ökad kunskap kring vattnets rörelser genom profilen i olika jordar och vid olika typer av jordbearbetning. Möjligheten att använda materialet som ett pedagogiskt instrument för att öka förståelsen för jordens komplexa funktioner i sockerbetsodlingen har här testats i begränsad omfattning. Vår bedömning är dock att metoden har ett pedagogiskt värde.

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. Team 20/20, årsrapport 2006.

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 sockerbeter. Examensarbete vid Institutionen för markvetenskap, SLU.

Personliga meddelanden

Olsson, Å., SBU, Borgeby 2007

Analysdata/Analyses

Gärnsnäs

Jordanalys/Soil analyses		060918 GBL	
	<i>Matjord (0-20 cm)/ Topsoil</i>	<i>Alv (40-60 cm)/ Subsoil</i>	<i>Alv (60-90 cm)/ Subsoil</i>
	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>
			generalprov
	060829	060829	060829
Mullhalt (%)	2,9	0,9	0,8
Lerhalt (%), finler	12	11,0	14,0
Lerhalt (%), total	14	13	16
Finmjäla, %	8	9	11
Grovmjäla, %	11	8	10
Finmo %	9	14	6
Grovmo %	22	19	19
Mellansand %	25	27	30
Grovsand %	8	7	7
Fingrus %	2	2	1
Grovgrus %	1	1	0
Sa Silt (finmo+mjäla) %	28	31	27
Sa Sand (sand + grovmo) %	55	53	56
Jordart	nmh l Mo	mf l Mo	mf sa LL
Ber. katjonbyteskap (mekv/100g jord)	12,9	9,5	10,5
Basmättnadsgrad beräkn	>80	>80	>80
CaO, ton/ha för att uppnå 70 % bmg	0,0	0,0	0,0
Karbonatöverskott som % CaCO ₃	<0,1	<0,1	0,4
pH-värde	7,15	7,3	7,8
P-AL (mg/100 g jord)	14,5	5,7	7,6
K-AL (mg/100 g jord)	10,9	4,6	3,9
Mg-AL (mg/10 g jord)	8,3	4,9	5,4
Ca-AL (mg/kg jord)	266,25	200	360
Volymvikt (kg/l)	1,3	1,3	1,3
Ledningstal	0,6	0,5	0,9
K/Mg-kvot	1,3	0,9	0,7
Nematoder, ägg och larver/g jord	0		
franskt slammingsindex	0,82	1,64	1,50
franskt slammingsindex om mullhalt 2%	1,04	1,09	1,00
Smektit/Vermikulit index*	1,1		

* Gårdsdata enligt andra SBU-projekt (pers. medd. Olsson, Å., 2007).

Analysdata/Analyses

Bramstorp

Jordanalys/Soil analyses		060915 GBL	
	<i>Matjord (0-20 cm)/ Topsoil</i>	<i>Alv (40-60 cm)/ Subsoil</i>	<i>Alv (60-90 cm)/ Subsoil</i>
	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>
			generalprov
	060818	060818	060818
Provtagningsdatum	060818	060818	060818
Mullhalt (%)	2,7	1,5	0,6
Lerhalt (%), finler	16	20	18
Lerhalt (%), total	18	23	21
Finmjäla, %	7	10	11
Grovmjäla, %	10	6	10
Finmo %	17	12	11
Grovmo %	21	21	21
Mellansand %	19	18	17
Grovsand %	7	9	9
Fingrus %	1	1	1
Grovgrus %	1	0	0
Sa Silt (finmo+mjäla) %	34	28	32
Sa Sand (sand + grovmo) %	47	48	47
Jordart	nmh mo LL	mf mo LL	mf mo LL
Ber. katjonbyteskap (mekv/100g jord)	14,2*	14,3*	11,9*
Basmättnadsgrad beräkn	>80	>80	>80
CaO, ton/ha för att uppnå 70 % bmg	0,0	0,0	0,0
Karbonatöverskott som % CaCO ₃	0,2	0,1	3,2
pH-värde	7,6	7,9	8,4
P-AL (mg/100 g jord)	18,0	8,7	7,6
K-AL (mg/100 g jord)	10,9	6,3	7,1
Mg-AL (mg/10 g jord)	8,9	8,4	18
Ca-AL (mg/kg jord)	349	310	1500
Volymvikt (kg/l)	1,3	1,3	1,3
Ledningstal	1,1	0,4	0,8
K/Mg-kvot	1,3	0,8	0,4
Nematoder, ägg och larver/g jord			
franskt slammingsindex	0,85	0,87	1,47
franskt slammingsindex om mullhalt 2%	1,01	0,77	0,97
Smektit/Vermikulit index**	3,5		

* Metoden med beräknad katjonbyteskapacitet underskattar katjonbyteskapaciteten på jordar med högt SmV - index (Pers medd. Olsson Å, 2007)

** Gårdsdata enligt andra SBU-projekt (pers. medd. Olsson, Å., 2007).

Team 20/20. Betår, basprojekt

SBU projektkod 2006-1-2-913/06

Analysdata/Analyses

Karlsfält

Jordanalys/Soil analyses		060918 / GBL	
	<i>Matjord (0-20 cm)/ Topsoil</i>	<i>Alv (40-60 cm)/ Subsoil</i>	<i>Alv (60-90 cm)/ Subsoil</i>
	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>
			generalprov
Provtagningsdatum	060613	060613	060613
Mullhalt (%)	3,9	1,4	0,7
Lerhalt (%), finler	12	14	14
Lerhalt (%), total	14	16	16
Finmjäla, %	5	5	5
Grovmjäla, %	10	13	13
Finmo %	20	18	13
Grovmo %	28	23	29
Mellansand %	17	19	17
Grovsand %	7	6	6
Fingrus %	0	0	0
Grovgrus %	0	0	0
Sa Silt (finmo+mjäla) %	35	36	31
Sa Sand (sand + grovmo) %	52	48	52
Jordart	mmh I Mo	mf mo LL	mf sa LL
Ber. katjonbyteskap (mekv/100g jord)	14,3	11,4	10,5
Basmättnadsgrad beräkn	>80	>80	>80
CaO, ton/ha för att uppnå 70 % bmg	0,0	0,0	0,0
Karbonatöverskott som % CaCO ₃	<0,1	1	1,5
pH-värde	6,7	7,5	7,4
P-AL (mg/100 g jord)	15,3	3,4	3,2
K-AL (mg/100 g jord)	15,4	5,7	5,5
Mg-AL (mg/10 g jord)	8,6	7,2	10
Ca-AL (mg/kg jord)	243	630	790
Volymvikt (kg/l)	1,3	1,4	1,3
Ledningstal	1,6	1,7	2,2
K/Mg-kvot	1,8	0,8	0,6
Nematoder, ägg och larver/g jord			
franskt slanningsindex	0,71	1,35	1,60
franskt slanningsindex om mullhalt 2%	1,10	1,13	1,02
Smektit/Vermikulit index*	1,45		

* Gårdsdata enligt andra SBU-projekt (pers. medd. Olsson, Å., 2007).

Team 20/20. Betår, basprojekt

SBU projektkod 2006-1-2-914/06

Analysdata/Analyses

Everöd

Jordanalys/Soil analyses		060918 / GBL	
	<i>Matjord (0-20 cm)/ Topsoil</i>	<i>Alv (40-60 cm)/ Subsoil</i>	<i>Alv (60-90 cm)/ Subsoil</i>
	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>
			generalprov
Provtagningsdatum	060503		060503
Mullhalt (%)	2,1		<0,5
Lerhalt (%), finler	8		8
Lerhalt (%), total	9		9
Finmjäla, %	7		9
Grovmjäla, %	11		18
Finmo %	16		11
Grovmo %	19		16
Mellansand %	32		31
Grovsand %	7		6
Fingrus %	0		0
Grovgrus %	0		0
Sa Silt (finmo+mjäla) %	34		38
Sa Sand (sand + grovmo) %	58		53
Jordart	nmh l Mo		mf l Mo
Ber. katjonbyteskap (mekv/100g jord)	9,6		6,4
Basmättnadsgrad beräkn	>80		>80
CaO, ton/ha för att uppnå 70 % bmg	0,0		0,0
Karbonatöverskott som % CaCO ₃	0,3		4,3
pH-värde	7,3		8,1
P-AL (mg/100 g jord)	9,6		4,3
K-AL (mg/100 g jord)	9,6		3,5
Mg-AL (mg/10 g jord)	9,1		19
Ca-AL (mg/kg jord)	283		1800
Volymvikt (kg/l)	1,4		1,4
Ledningstal	1,0		0,9
K/Mg-kvot	1,1		0,2
Nematoder, ägg och larver/g jord	0		
franskt slammingsindex	1,30		5,42
franskt slammingsindex om mullhalt 2%	1,34		1,68
Smektit/Vermikulit index*	1,20		

* Gårdsdata enligt andra SBU-projekt (pers. medd. Olsson, Å., 2007).

Team 20/20. Betår, basprojekt

SBU projektkod 2006-1-2-914/06

Analysdata/Analyses

Ädelholm

Jordanalys/Soil analyses		070215 AR			
	<i>Matjord (0-20 cm)/ Topsoil</i>	<i>Alv (40-60 cm)/ Subsoil</i>	<i>Alv (60-90 cm)/ Subsoil</i>		
	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>Led/Treatment</i>	<i>generalprov</i>	
Provtagningsdatum	060912		060912		
Mullhalt (%)	2,7		1,0		
Lerhalt (%), finler	20		18		
Lerhalt (%), total	24		23		
Finmjäla, %					
Grovmjäla, %					
Finmo %					
Grovmo %					
Mellansand %					
Grovsand %					
Fingrus %					
Grovgrus %					
Sa Silt (finmo+mjäla) %					
Sa Sand (sand + grovmo) %	45		46		
Jordart	nmh moLL		mf moLL		
Ber. katjonbyteskap (mekv/100g jord)	16,2*		12,5*		
Basmättnadsgrad beräkn	>80		>80		
CaO, ton/ha för att uppnå 70 % bmg	0,0		0,0		
Karbonatöverskott som % CaCO ₃					
pH-värde	7,8		8,2		
P-AL (mg/100 g jord)	9,0		6,1		
K-AL (mg/100 g jord)	9,1		7,5		
Mg-AL (mg/10 g jord)	8,9		8,9		
Ca-AL (mg/kg jord)	490		820		
Volymvikt (kg/l)					
Ledningstal					
K/Mg-kvot	1,0		0,8		
Nematoder, ägg och larver/g jord					
franskt slammingsindex					
franskt slammingsindex om mullhalt 2%					
Smektit/Vermikulit index**	3,60				

* Metoden med beräknad katjonbyteskapacitet underskattar katjonbytseskapaciteten på jordar med högt SmV - index (Pers. medd. Olsson, Å., 2007)

** Gårdsdata enligt andra SBU-projekt (pers. medd. Olsson, Å., 2007).

Tabell 2:1. Andel färg i % på olika djup för ledet Gårdens standard

GS-jämförelse						
Plats	5-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-55 cm	55-65 cm
Ädelholm	45,6	34,9	19,0	8,6	14,2	11,7
Gärnsnäs	86,7	42,7	21,3	8,9	7,0	5,0
Bramstorp	47,0	15,9	4,2	1,8	2,3	3,0
Karlsfält	62,2	55,6	20,3	19,4	12,3	6,2
Everöd	70,0	42,2	8,2	3,4	2,7	0,5
p-value	0,000	0,000	0,061	0,000	0,002	0,134
LSD	21,5	21,5	20,3	10,2	9,3	12,5
R2, %	69,3%	62,0%	35,0%	61,8%	55,0%	28,6%
CV	0,17	0,29	0,79	0,65	0,81	1,81

Tabell 2:2. Andel färg i % på olika djup för ledet Plöjningsfritt

PF-jämförelse							
Plats	5-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-55 cm	55-65 cm	45-65 cm
Gärnsnäs	64,2	27,2	9,9	7,4	10,8	10,1	10,5
Bramstorp	49,6	23,7	15,9	14,9	7,5	5,8	6,7
Karlsfält	71,3	49,6	34,9	30,6	28,1	24,6	26,4
Everöd	70,0	58,2	18,7	11,6	8,7	6,5	7,6
p-value	0,018	0,001	0,005	0,011	0,002	0,015	0,003
LSD	18,9	22,1	17,1	18,1	14,2	16,3	14,0
R2, %	45,9%	64,3%	54,6%	49,2%	58,6%	47,1%	57,1%
CV	0,16	0,31	0,48	0,62	0,57	0,77	1,21

Tabell 2:3. Andel färg i % vid olika djup för leden Gårdens standard (GS) och Plöjningsfritt (PF). Fyra platser ingår i jämförelsen

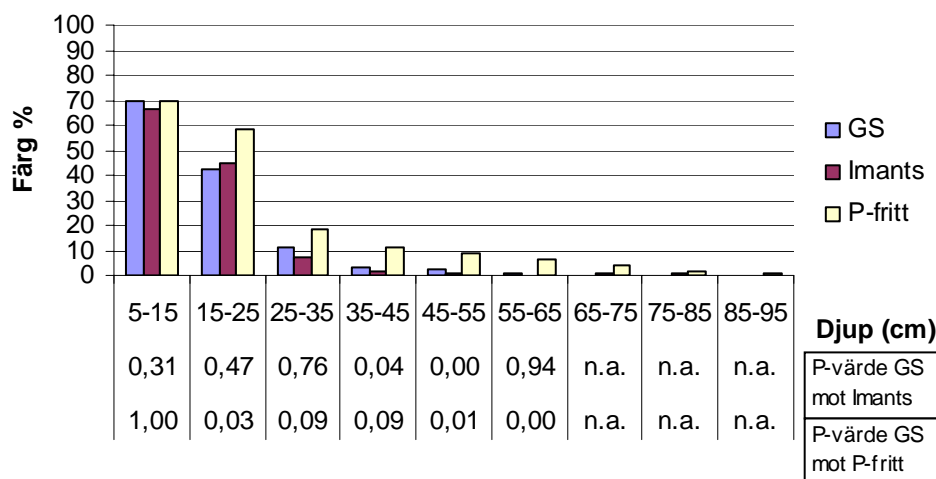
GS mot PF							
Led	5-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-55 cm	55-65 cm	35-65 cm
GS	66,4	39,5	14,2	8,4	6,1	3,7	6,0
PF	63,8	39,7	19,9	16,1	13,8	11,8	13,9
p-value	0,730	0,982	0,362	0,097	0,066	0,105	0,059
LSD	22,0	22,7	16,7	10,3	8,7	11,2	8,4
R2, %	74,7%	82,4%	71,5%	89,8%	90,3%	80,6%	90,7%
CV	0,15	0,26	0,44	0,37	0,39	0,64	0,38

Tabell 2:4. Andel färg i % vid olika djup för leden Gårdens standard (GS) Imants. Tre platser ingår i jämförelsen

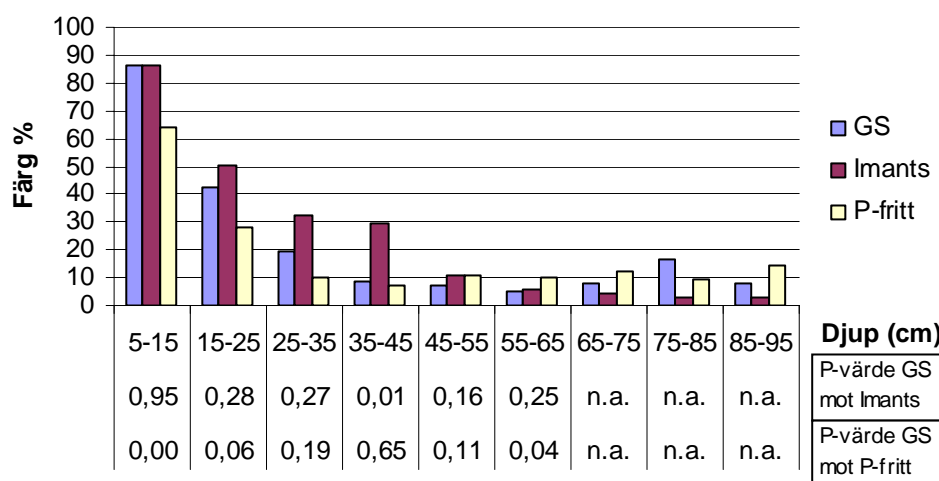
GS mot Imants 3 platser							
Led	5-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-55 cm	55-65 cm	15-65 cm
GS	61,3	37,5	19,0	10,6	10,0	8,0	17,0
Imants	60,9	44,7	31,4	19,1	14,1	10,5	24,0
p-value	0,719	0,228	0,150	0,290	0,374	0,662	0,024
LSD	4,9	18,0	23,5	25,6	15,7	20,9	4,7
R2, %	99,8%	80,8%	74,2%	65,2%	57,9%	45,0%	95,5%
CV	0,02	0,13	0,19	0,49	0,37	0,65	0,06

Färgtäckningsgrad, platsvis

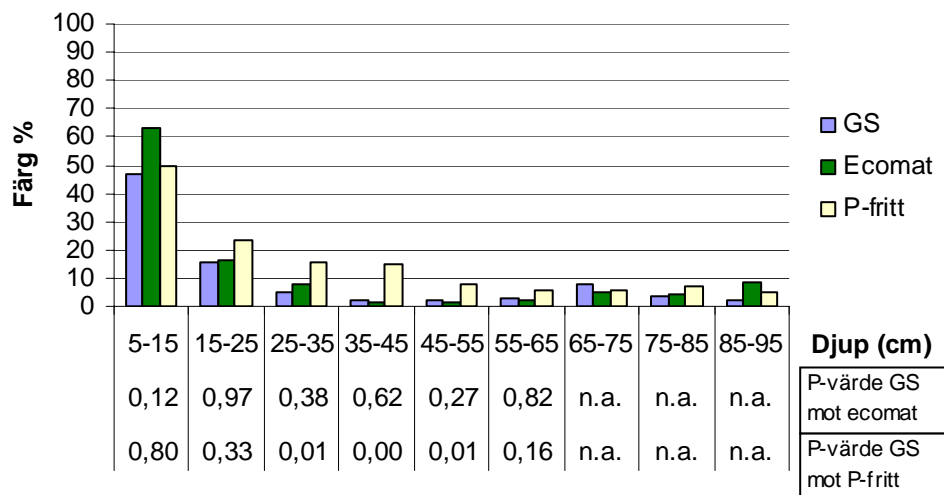
Figureerna 1-4 visar hur många procent av jorden vid olika djup som har färgats blå i de olika leden. De översta 5 centimetrarna är exkluderade eftersom färgtäckningen där i allmänhet var 100 %.



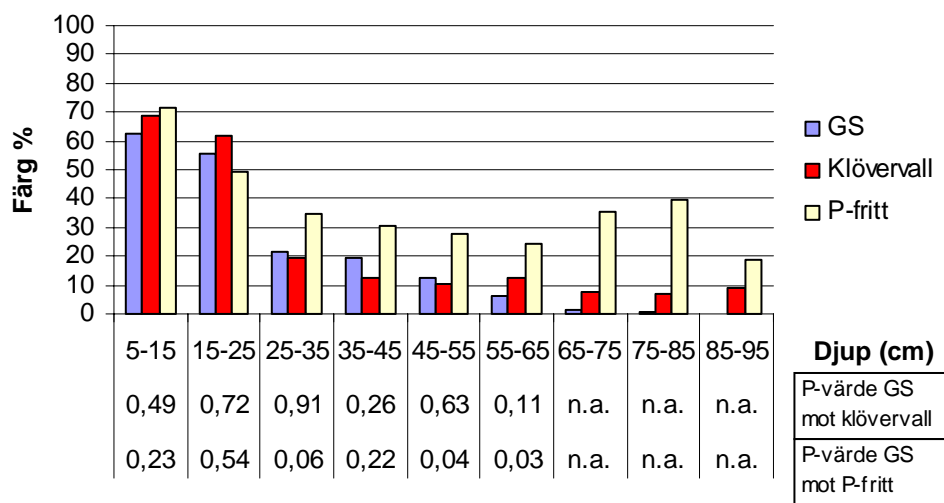
Figur 1. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar på Everödsgården. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.



Figur 2. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar på Gärsnäsgården. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.

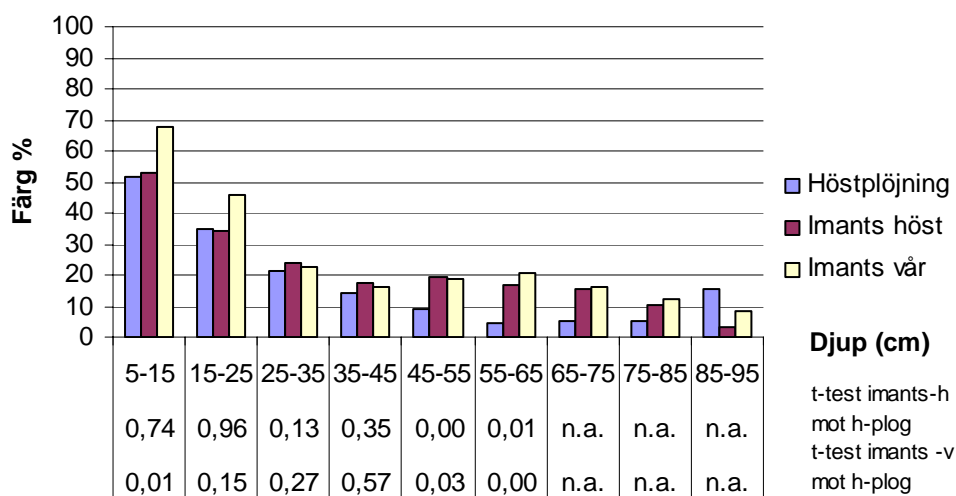


Figur 3. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar på Bramstorp. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.

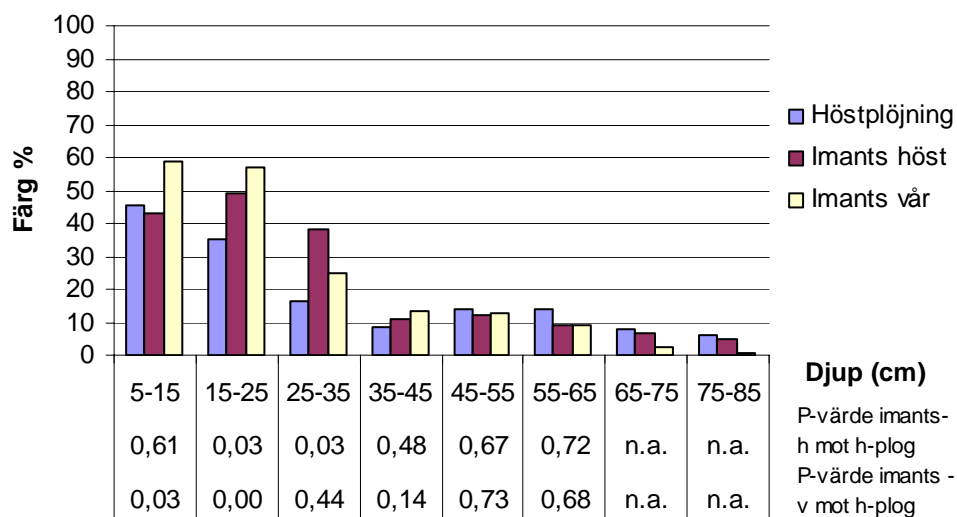


Figur 4. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar på Karlsfält. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.

I figur 5 och 6 visas resultaten från blåfärgning i ett fältförsök (205) på Ädelholm och Bramstorp där Imantsen testats mot konventionell höstplöjning.



Figur 5. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar i fältförsöket (205) på Bramstorp. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.



Figur 6. Andel blåfärgad yta i % vid olika djup och vid olika behandlingar i fältförsöket (205) på Ädelholm. Procentsiffrorna för varje skikt i djupen 5–65 cm är medelvärden av nio intilliggande 1 dm²-stora rutor i varje snitt, gånger fem snitt. P-värdena avser analys med parvis t-test där snitten är replikat. Procentsiffrorna för skikten i djupen 65–95 cm härrör i de flesta fall endast från ett snitt, p.g.a. detta var statistisk analys ej möjlig.

Iakttagelser och åtgärder i fält inom blåfärgningsprojektet

Förkortningar

- GS – Gårdens standard
- VY – Visionsyta
- ÅY – Åtgärdsyta
- Imants – Icke vändande djup bearbetning

1. Gärnsnäsgården

1.1 Allmänt

110 mm vatten

40 mm färgvatten

22 h mellan vattning och färgning

Under 75 cm djup, tydliga tecken på gammal sjöbotten med sediment av snäckor samt grus. Spår av andra rötter än betrötter återfanns djupt ner i profilen.

1.2 GS

Färgning: 25/7

Grävning: 27/7

Åtgärd: Vårplöjning med tiltpackare, ca 18 cm. Konventionell sådd.

Allmänt intryck: Luckigt bestånd, relativt stora betor och relativt låg påverkan av torka.

Matjordsskikt: 35-40 cm.

Betform: Överlag bra, viss grenighet.

1.3 VY

Färgning: 19/7

Grävning: 21/7

Åtgärd: Simba Solo på våren.

Allmänt intryck: Luckigt bestånd, relativt stora betor och relativt låg påverkan av torka.

Matjordsskikt: 25 cm

Betform: Betorna tycks ha stött på motstånd vid 15 cm djup, varpå de grenat sig.

Blåfärg: Genombrott i matjorden med ca 40 cm mellanrum, kan bero på bearbetningen som gjorts med 42 cm pinndelning.

1.4 Imants

Färgning: 19/7

Grävning: 24/7

Åtgärd: Imants höst, 30-35 cm.

Allmänt intryck: Luckigt bestånd, relativt stora betor och relativt låg påverkan av torka.

Matjordsskikt: 30-35 cm, gräns mellan matjord och alv ej lika tydlig som i övriga led, framförallt p-fritt.

Betform: Bästa betformen. Rejäl pålrot, liten förgrening.

1.5 ÅY

En enklare grävning, utan blåfärg, gjordes även i åtgärdsytan som vårplöjts med tiltpackare till 13 cm. Tydlig halmsula vid 15 cm djup där betorna ej kom igenom utan förgrenade sig till en önskad betform.

2. Everödsgården

2.1 Allmänt

80 mm vatten

40 mm färgvatten

16 h mellan vattning och färgning p.g.a. tidspress orsakad av bevattningsmaskinen.

Sämre struktur i alven i GS än övriga. Kalk & sandinblandat skikt nedanför 100 cm djup.

Maskgångar med friska rötter återfanns dock ner till minst 120 cm djup i alla led.

Inte så många maskar.

2.2 GS

Färgning: 21/7

Grävning: 25/7

Åtgärd: Höstplöjt 22 cm.

Matjordsskikt: 28-30 cm.

Förtätning: 15-30 cm finns viss förtätning. Alven hård.

Allmänt: Tydlig halmsula längs plogtorna.

Betform: Rejälare pålrot än p-fritt.

Blåfärg: Få tydliga genombrott från matjord till alv.

2.3 VY

Färgning: 21/7

Grävning: 25/7

Åtgärd: Express-ST vår 18 cm.

Matjordsskikt: 28-30 cm.

Förtätning: 15-30 cm finns viss förtätning. Alven hård.

Betform: Viss grenighet.

Blåfärg: Tydliga genombrott från matjord till alv.

2.4 Imants

Färgning: 21/7

Grävning: 25/7

Åtgärd: Imants höst 30-35 cm.

Matjordsskikt: 28-30 cm.

Förtätning: 25-30 cm. Alven hård.

Betform: Längre pålrot, men tenderar att vara grenigare än GS.

Blåfärg: Få tydliga genombrott från matjord till alv. I dagmaskgångarna i alven kunde vi se en hel del nerramlad matjord.

3. Karlsfält

3.1 Allmänt

100 mm vatten

40 mm färgvatten

22 h mellan vattning och färgning.

Beståndet har lidit av torka. Små betor överlag.

Alven överlag mycket tät.

3.2 GS

Färgning: 28/7

Grävning: 1/8

Åtgärd: Höstplöjning 23 cm.

Matjordsskikt: 20-25 cm.

Allmänt: Inblandning av mineral eller dylikt i högra delen av profilen.
Tydlig halmstula längs plogtorna.

Betform: Viss grenighet. Knubbiga betor utan riktig pålrot.

3.3 ÅY

Färgning: 27/7

Grävning: 1/8

Åtgärd: Höstplöjt 15 cm. Klövervall som förfrukt.

Matjordsskikt: 30-35 cm.

Förtätning: 20-30 cm.

Allmänt: Eventuellt klöverrötter funna på 40 cm djup. I ett skikt var matjorden
upptill 50 cm. Halmrester funna trots klöver som förfrukt.

Betform: Större pålrot än GS, men greniga ändå.

3.4 VY

Färgning: 28/7

Grävning: 1/8

Åtgärd: Brysselplog höst 10-13 cm.

Matjordsskikt: 30 cm.

Förtätning: Måttlig på 20 cm djup.

Allmänt: I snitt 4 & 5 bitvis mycket matjord i alven.

Betform: Sämst pålrot. Mycket greniga. Varierande storlek p.g.a. dålig uppkomst,
2 generationer.

Blåfärg: Tendens till fler genombrott än övriga led.

4. Bramstorp

4.1 Allmänt

100 mm vatten

40 mm färg

20 h mellan vatten och färg

Stora betor som inte har lidit av torkan, tjockt matjordsskikt, upp till en meter som har kunnat hålla vatten till grödan.

4.2 GS

Färgning: 1/8

Grävning: 7/8

Åtgärd: Höstplöjt, konventionell sådd.

Allmänt intryck: Halmsula som har gett greniga betor.

Matjordsskikt: 50 cm (ej skarp gräns).

Betform: Enstaka greniga betor. Tydligt färre än ÅY.

Blåfärg: Ett par genombrott till alven.

4.3 VY

Färgning: 2/8

Grävning: 7/8

Åtgärd: Kultivator med gåsfotsskär till 17 cm. Advancersådd.

Allmänt intryck: Ingen blå färg i alven, mycket halm i ytan men ingen i profilen.

Matjordsskikt: 75-80 cm.

Betform: Enstaka greniga betor. Tydligt färre än ÅY.

Blåfärg: Ingen färg i alven

4.4 ÅY

Färgning: 1/8

Grävning: 7/8

Åtgärd: Ecomatplöjt på hösten med Ekoskär. Advancer sådd.

Allmänt intryck: Större betor än de andra leden. Under 30 cm är jorden mer kompakt och har en annan textur, mörkare färg.

Matjordsskikt: 90-110 cm

Betform: Greniga betor. Tydlig halmsula som har stoppat betan.

Blåfärg: Genombrott förekom.

Imantsförsök Bramstorp

Allmänt: Varierande matjordsskikt i de olika groparna mellan 50 och 25 cm. Fler genombrott mellan matjord och alv i Imantsbearbetade led. Tydlig halmsula i höstplöjt, till viss del beroende på en torr höst där stubbearbetningen ej blev tillfredsställande (SB). I Imantsleden syns halmen mer som ”tussar” utspridda i matjorden. På de ställen där betan växt i en halmtuss blev betorna greniga och på några ställen även ”pellar”.

Imantsförsök Ädelholm

Allmänt: Matjordsdjup mellan 30 och 40 cm. Fler genombrott i Imantsbearbetade led. En del greniga betor i plöjt led.

Dessa sidor finns som en egen fil under namnet:

Blåfärgning av jord för ökad förståelse av jordens funktioner bil. 5

OBS! Filen är stor (nästan 9 MB)