

# Ökad produktivitet i växtföljden genom kalkning – effekt på sockerbetor

Åsa Olsson, NBR; Lars Persson NBR

## Inledning

Kalkning har i undersökningar vid NBR visat sig vara ett viktigt verktyg för att höja skördarna i sockerbetsodling. Effekten är speciellt uttalad på jordar utan kalkbehov, dvs. med pH redan över 7 samt höga ler- och mullhalter. Resultaten har kommit från forskningsprojekt där ett stort antal olika jordtyper kalkades med sockerbrukskalk och kalkstensmjöl. Resultaten indikerar också att jordar med kalkbehov gav marginella skördeökningar i sockerbetor för kalkning gjord hösten innan betodling. Det tidigare projektet visade också att kalkningen kan sänka rotbrandsindex i många jordar. Det är dock troligt att ett flertal faktorer samverkar, utöver rotbrandsindex, för att förklara skördeökningarna. Målet med detta projekt var att:

1. Studera skördeffekter i sockerbetor efter kalkning på ett antal olika försöksplatser samt att koppla dem till de faktorer som kan ha betydelse för att förklara skördeökningen i sockerbetor.
2. Undersöka om kalkning har liknande positiva effekter på skörd i andra grödor (spannmål, oljevaxter, ärtor i första hand) som i sockerbetor.
3. Undersöka vilken roll kalkning kan spela i ett odlingssystem som baseras på principerna för IPM.

I denna projektrapport redovisas resultat och slutsatser för målsättning nummer 1 ovan. Resultat och slutsatser från de övriga två målsättningarna redovisas i slutrapport från det pågående projektet: ”Tredje steget i en 3-stegsraket – kalkens potential för struktur, växtnäring växtskydd och ekonomi - SLF O-15-20-357, 2015-2017. Målen med detta projekt var att mäta skörd i andra grödor i växtföljden bl a höstraps, höstvetete och korn. Skördarna i dessa grödor är viktiga för att avgöra kalkningens effekt på totalekonomin för lantbrukaren.

En faktor som kan påverkas av kalk är rotbrand. Den orsakas av ett komplex av patogener bestående främst av *Aphanomyces cochlioides*, men även olika arter av *Pythium* och även *Rhizoctonia solani*. Hos oss är det främst *Aphanomyces* som orsakar skador. Den art av *Aphanomyces* som angriper sockerbetor ger även rotbrand på spenat, rödbetor och ogräs som svinmålla.

Kalk och framförallt strukturkalk som innehåller kalciumhydroxid påverkar aggregatstabiliteten i jord. Andra faktorer som avgör aggregatstabiliteten är lermineralogi, lerhalt och mullhalt (Berglund et al. 2002; Olsson et al. 2010). Den kanske allra viktigaste är lermineralogin och den typ av mineral som leret består av. Vid en och samma lerhalt kan två olika jordar ha helt olika egenskaper beroende på vilka lermineral den består av. Det vanligaste lermineralet i svenska – och även i skånska – lerjordar är illit. Det har en relativt låg katjonbyteskapacitet (CEC) som anger det totala antalet negativa laddningar på lermineralets yta. Vanligt för jordar i betodlingsområdet på baltisk morän, dvs. i södra delen, är också att lerorna innehåller vermikulit och montmorillonit. Dessa jordar har sitt ursprung på kalkberggrund och är kalkrika. Dessa lermineral har högre CEC och kan därmed hålla kvar många positivt laddade joner som t.ex. kalcium (Eriksson et al. 2005). I montmorillonit gör laddningsegenskaperna att vatten lättare tränger in och ut. Därför sväller och krymper lerjordar med montmorillonit mycket mer än en lera som domineras av illit. Hur strukturkalkning påverkar jordar med olika lermineral undersöker vi för närvarande i detta och andra parallella projekt.

En viktig faktor vid strukturkalkning är att kalken brukas in i jorden inom 24 timmar efter utläggningen. Aggregatstabiliteten gynnas också av en hög temperatur eftersom de så kallade puzzolanreaktionerna sker snabbare vid högre lufttemperaturer.

## Material och metoder

Totalt lades 13 försök ut med början hösten 2013. Kraven på försöksplatserna var att de skulle ha en hög lerhalt, minst 15% eftersom strukturkalk skulle användas som en kalkningsprodukt. pH skulle också ligga på i genomsnitt 7 över försöksytan.

Tabell 1. Försöksplan

Led	Giva produkt ton/ha	Mängd CaO ton/ha
1 Okalkat	0	0
2 Kalkstensmjöl	8	4
3 Släckt kalk 2013, Aktiv struktur 2014-15	8	4

Försöken lades ut som storskaliga försök dvs i full praktisk skala och kunna skördas med kommersiell betupptagare. Upplägget var randomiserade blockförsök med 3 upprepningar. Första året, 2013, lades försöken över hela fälten med 24 meter breda strimmor. Strimmorna var då ca 500 meter långa. I varje stor strimma lades fyra provytor ut om 24 x 20 meter och som skulle möjliggöra skörd med parcellupptagare och studier av inomfältvariationen. I varje provyta lades två skördeparceller om 10 m<sup>2</sup> ut. Under 2014 och 2015 minskades storleken på försöken av ekonomiska skäl och strimmorna gjordes då 12 meter breda och 100 meter långa. För att göra skörden i övriga grödor enklare kalkades också en mindre försöksyta bredvid de storskaliga försöken hösten 2015 inför betskörd 2016. Parceller lades ut i det mindre försöket och uppföljningar av växtnäring och turbiditet gjordes i dessa.

Försöksgårdarna var:

Kalkning 2013, sockerbetor 2014; Linelund och Hörtegården 2014.

Kalkning 2014, sockerbetor 2015; Heddingedrift, Lindbyholm, Hammenhög, Hönnedal, Billeberga.

Kalkning 2015, sockerbetor 2016; Vallby, Hörtegården16, Västraby, Gislöv, Ekeberg, Vadensjö.

## Markartering

Jordprov togs i alla försök och i alla strimmor innan utläggning, dvs i september månad. I samband med sådd av betorna följande vår togs nya jordprov i varje provyta. Proven skickades för analys till Eurofins, Kristianstad. Jordarna röntgades också för att te reda på det relativa innehållet av olika lermineral. Detta anges som kvoten SmV. Desto större kvoten är desto högre är innehållet av smektit/vermikulit (Siv Olsson, Geochimica).

## Biotester - *Aphanomyces*

Före utläggning av kalk togs jordprov i provytorna. Dessa analyserades i ett biotest för rotbrand och ett rotbrandsindex räknades fram (Olsson *et al.*, 2010). För att kunna studera kalkens effekter på olika sjukdomar var det viktigt att veta vilka som fanns innan kalkningen samt hur stor risken för infektion var. Isoleringar gjordes på specifika media för att få fram data på förekommande patogener i varje jord.

## Mätningar av aggregatstabilitet

Aggregatstabiliteten mättes på jordprov tagna på hösten, sockerbetsåret efter kalkning. Detta gjordes genom s k turbiditetsmätningar. Dessa mätningar ger en uppfattning om hur mycket

ler aggregaten släpper ifrån sig av olika ämnen. Desto stabilare aggregaten är desto mindre släpper de ifrån sig. Metoden används indirekt för att få en uppfattning om fosforförluster, eftersom mycket av jordens fosfor är partikelbunden och knuten till leraggregatens ytor. Samtidigt mäts ledningsförmågan i jorden vilken ger ett mått på om jordprovtagningen har gjorts inom den kalkade ytan. Från ett spadtag plockades aggregat av olika storlek i varje parcell och proven analyserades hos Kerstin Berglund, SLU. Två metoder användes: doppmetoden år 2014 och den senare utvecklade regnsimulatorens år 2015 och 2016. Analysen i regnsimulatorens innebar att proven bevattnades två gånger. Efter första bevattningen mättes turbiditeten i lakvattnet direkt efter (TURB11). Därefter låter man grovt material (sand, mo etc) sjunka till botten under ett antal timmar och så mäter man turbiditeten igen i samma lakvatten där lermineral fortfarande håller sig svävande (TURB 12). Nästa dag (dvs 24 timmar senare) görs en andra bevattning av samma jordaggregat och proceduren ovan upprepas vilket ger värdena TURB 21 och TURB 22.

### **Växtnäringsanalyser**

Prov för bladanalys togs ut i alla skördeparceller då plantorna hade 4 - 6 örtblad. Tio plantor i 2 rader på 2 ställen per ruta klipptes, totalt 20 plantor till ett prov. Proverna stoppades i förinvägda perforerade plastpåsar (Gemmers emballage). Proven lades i torkskåp och torkades i 60 - 70 °C i 3 dygn. Efter torkning vägdes de ut igen. Proverna skickades till Yara analytical services i England.

### **Statistiska analyser**

Skillnader mellan försöksleden undersöktes med variansanalys PROC GLM i SAS. I resultattabellerna visas LSD och Prob-värde på nivån 5%. Icke signifikanta resultat anges med ns (not significant).

### **Resultat och diskussion**

Målet i detta projekt var att studera skördeeffekter i sockerbetor efter kalkning på 13 försöksplatser samt att koppla dem till faktorer t ex effekt på sjukdomar, aggregatstabilitet eller växtnäring och som kan ha betydelse för att förklara skördeökningen i sockerbetor.

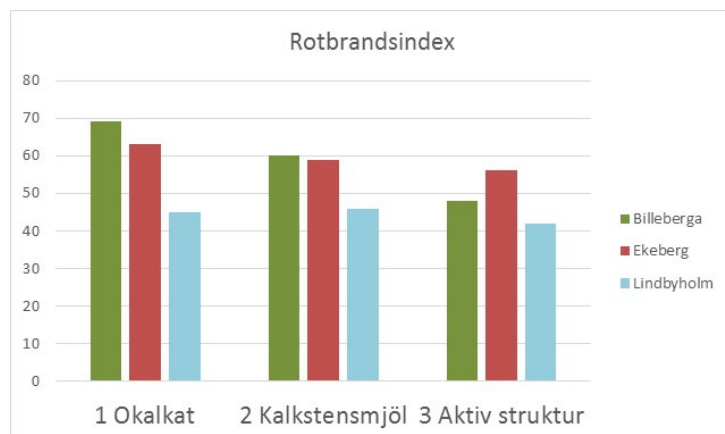
Utifrån respons i sockerskörd efter kalkning kunde försöksplatserna delas in i tre grupper:

1. 3 platser med skörderespons både efter strukturkalk och kalkstensmjöl: Lindbyholm, Ekeberg, Billeberga
2. 5 platser med skörderespons endast efter strukturkalk: Heddingedrift, Vallby, Hammenhög, Linelund, Vadensjö
3. 4 platser utan effekt på sockerskörden: Hörtegården14 och 16, Gislöv och Hönnedal

#### *Effekt på sjukdomar*

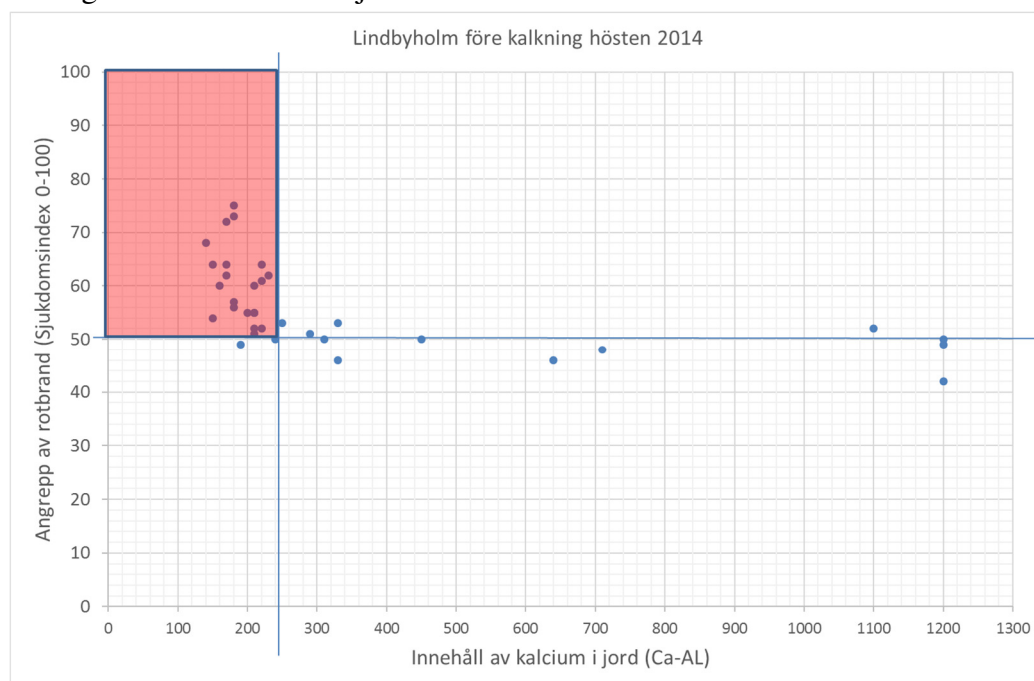
Orsakerna till variationen i skörderespons beror delvis på förekomsten av *Aphanomyces* på försöksplatserna. Det var framförallt grupp 2 där förekomsten var mycket hög och där båda kalkslagen reducerade angreppen. Strukturkalken låg några %-enheter över kalkstensmjölet.

Både på Billeberga och Ekeberg blev det statistiskt säkra skillnader i rotbrandsindex mellan kalkat och okalkat (figur 1). På Lindbyholm kunde vi inte visa att det fanns några skillnader, trots att platsen präglades av stor förekomst av *Aphanomyces*. Genom upplägget med parceller utlagda i de långa strimmorna kunde vi visa på en betydande inomfältvariation som påverkar resultaten.

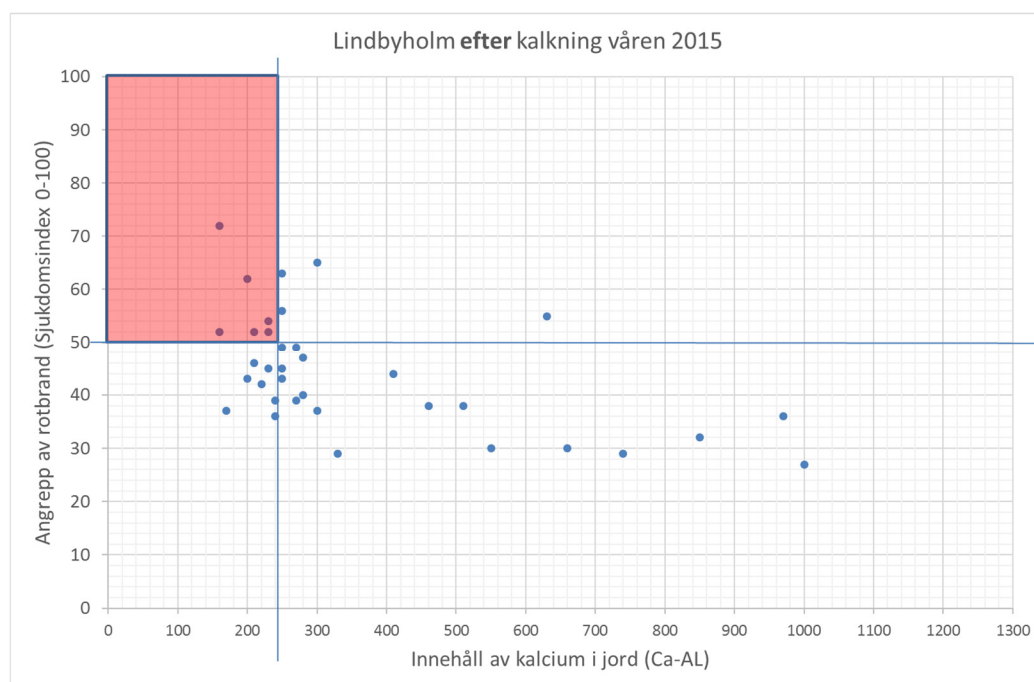


Figur 1. Medelvärde för rotbrandsindex på Billeberga, Ekeberg och Lindbyholm.

För att få en bild av inomfältvariationen togs det med försöksupptagare fyra parcellskördar per strimma jämnt fördelade över ytan. Detta gav 36 provytor i dessa försöksfält. Genom att titta på rotbrandsindex i var och en av de 36 försöksrutorna gick det därför bättre att få en uppfattning om hur kalken påverkade rotbrandsindex. Analysen av jordprov från de 36 provytorna före kalkning visar tydligt hur skillnader i jordart har påverkat uppförökningen av *Aphanomyces*. Kalciuminnehållet varierade inom fältet från 150 till 1 200 (Ca-AL mg/100 g) innan kalkning och lerhalten från 14 till 25 procent ler. Vi kan se att kalken har höjt Ca-AL och att flera mätpunkter har lämnat området med lågt innehåll (<250 mg/100 g jord) (figur 2 och 3). I samma graf (figur 3) kan vi se att rotbrandsindex generellt har sjunkit och lämnat riskzonen för angrepp. Det bekräftar tidigare hypoteser om att det är större risk för rotbrand vid låga kalciumtal och att jordar med Ca-AL över 250 är friskare.



Figur 2. Inomfältvariation på Lindbyholm, 36 parceller. Den röda rektangeln visar riskzonen för *Aphanomyces* **före kalkning**: Ca-AL <250 mg/100 g ts och rotbrandsindex 50–100. I fältet fanns 36 provytor och det var stor variation i kalciuminnehåll.



Figur 3. Inomfältvariation på Lindbyholm, 36 parceller. Samma fält och provytor men sex månader **efter kalkning**. Antalet provytor med Ca-AL <250 har minskat och det är färre i den röda riskzonen för *Aphanomyces* jämfört med före kalkning.

Anledningen till att det inte syns några skillnader i effekten av kalk på medelvärdet i rotbrand hänger ihop med den stora variationen i jordart. Det finns helt enkelt även andra mekanismer som styr rothälsan och angreppen av rotbrand. Jord är en synnerligen komplex miljö. I sammanhanget med *Aphanomyces* samverkar både struktur och innehåll av växtnäring, såsom kalcium. En vattenmättad jord är extra gynnsam eftersom svampen infekterar genom tunnväggiga sporer som simmar i markprofilen mot roten. Det är dessutom känt att kalcium påverkar rörligheten och uppförningen av dessa sporer. En bra struktur ger bra rotmiljö och liten möjlighet för uppkomst av rotbrand.

#### Aggregatstabilitet

På fem av de 13 platserna (grupp 2 ovan) var det alltså endast strukturkalken som gav en positiv skörderespons, se tabell 2. På Heddingedrift låg sockerskörden för strukturkalk elva procentenheter över den för kalkstensmjöl. På Vadensjö, Hammenhög och Linelund låg sockerskörden två till tre procentenheter över kalkstensmjölet och på Vallby fem procentenheter. Flera faktorer kan vara orsak till att där är variation i skörderespons, t.ex. tidpunkt för utläggning och nedbrukning, jordtemperatur, typ av jord och dess mineralogi och mullhalt. Totalt sett för fem platser i grupp 2 fanns en signifikant högre rot- och sockerskörd i ledet med strukturkalk, se tabell 3.

Alla fem platserna – Linelund, Hammenhög, Heddingedrift, Vadensjö och Vallby – hade liten risk för rotbrand. Index låg mellan 30 och 60 och ingen *Aphanomyces* hittades i biotesten. Skördeökningarna kan därför inte förklaras av någon effekt på *Aphanomyces* eller andra rotbrandssvampar. Därför söker vi en förklaring i jordarnas sammansättning och uppbyggnad. Hur jordarna ser ut på de olika platserna i grupp 1 och 2 framgår av tabell 4.

Tabell 2. Avkastning på de fem platser i grupp 2 där endast strukturkalken gav positiv respons

<b>Led</b>	<b>Renvikt ton/ha</b>	<b>Socket halt %</b>	<b>Socketerskörd ton/ha</b>	<b>Rel tal</b>
<i>Linelund</i>				
1 Okalkat	92,79	17,01	15,79	100
2 Kalkstensmjöl	94,29	17,02	16,05	102
3 Aktiv struktur	96,54	16,98	16,39	104
LSD 5%	1,4	-	0,4	
Prob.	0,005	ns	0,030	
<i>Hammenhög</i>				
1 Okalkat	67,74	17,52	11,86	100
2 Kalkstensmjöl	68,20	17,65	12,03	101
3 Aktiv struktur	70,00	17,55	12,28	104
LSD 5%	-	-	-	
Prob.	ns	ns	ns	
<i>Vadensjö</i>				
1 Okalkat	87,01	18,59	16,16	100
2 Kalkstensmjöl	86,48	18,82	16,25	101
3 Aktiv struktur	89,14	18,78	16,72	103
LSD 5%	-	-	-	
Prob.	ns	ns	ns	
<i>Heddingedrift</i>				
1 Okalkat	63,25	18,85	11,92	100
2 Kalkstensmjöl	63,67	18,90	12,03	101
3 Aktiv struktur	70,33	18,98	13,35	112
LSD 5%	6,82	0,09	1,30	
Prob.	0,090	0,023	0,071	
<i>Vallby</i>				
1 Okalkat	102,92	18,54	19,09	100
2 Kalkstensmjöl	102,24	18,62	19,04	100
3 Aktiv struktur	108,18	18,56	20,08	105
LSD 5%	4,57	-	0,87	
Prob.	0,010	ns	0,016	

Tabell 3. Sammanställning fem försök: Linelund, Hammenhög, Heddingedrift, Vadensjö och Vallby

<b>Led</b>	<b>Renvikt ton/ha</b>	<b>Socket halt %</b>	<b>Socketerskörd ton/ha</b>	<b>Rel tal</b>
1 Okalkat	82,74	18,10	14,96	100
2 Kalkstensmjöl	82,98	18,20	15,08	101
3 Aktiv struktur	86,84	18,17	15,76	105
LSD 5%	1,91	0,08	0,38	
Prob.	0,0018	0,0637	0,0025	

Tabell 4. Lerhalt, mullhalt och sand + grovmo på försöksplatserna

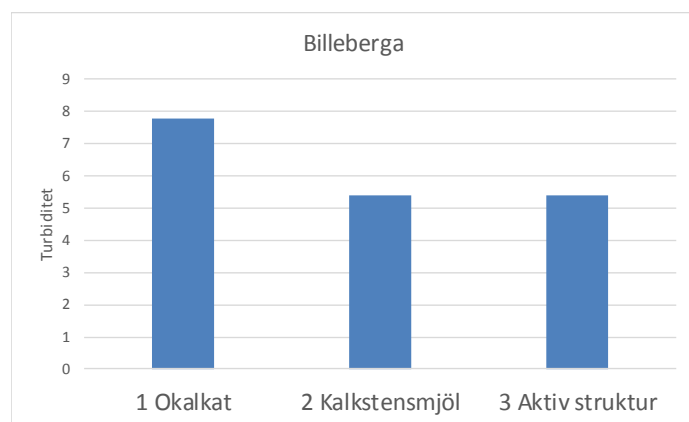
Grupp	Plats	Lerhalt %	Mullhalt %	Sand, grovmo %	SmV
1	Lindbyholm	18,5	2,2	49,8	1,8
1	Billeberga	24,8	2,8	40,7	1,5
1	Ekeberg	20,4	3,9	34,4	6,3
2	Linelund	18,3	2,6	51,4	-
2	Hammenhög	28	4,6	35,8	2,8
2	Heddingedrift	26,6	3,1	46,5	5,3
2	Vadensjö	20,2	2,8	49,8	1,3
2	Vallby	19,7	3,6	45,9	6,3
3	Hörtegården14	18,5	2,4	53,8	1,6
3	Hörtegården16	14,8	2,1	59,7	2,8
3	Gislöv	26,7	5,5	35,5	1,0
3	Hönnedal	16,5	3,7	61,7	1,8

Grupp 1 = skörderespons av kalkstensmjöl och strukturkalk. Grupp 2 = skörderespons enbart av strukturkalk. SmV = smektit/vermikulit index

På sex av försöksplatserna, Heddingedrift, Hammenhög, Lindbyholm, Vadensjö, Billeberga och Vallby i grupp 1 och 2, fanns det tendenser till en sänkning av turbiditeten (resultat visas ej). På Billeberga var sänkningen t.o.m. signifikant,  $Prob < 0,05$ . På Billeberga syntes effekterna på markstrukturen av kalken tydligt i höstvetegrödan året efter sockerbetorna. På två platser, Ekeberg och Linelund, noterades ingen förändring av turbiditeten. Dessa två jordar har hög andel svällande mineral och en lerhalt på 20 respektive 18%. Det gick alltså inte att visa att strukturkalken haft någon positiv inverkan på aggregatstabiliteten på dessa två platser.

Även jorden på Heddingedrift har en hög andel svällande mineral men till skillnad från på Ekeberg och Linelund så är lerhalten högre, hela 27%. Strukturkalken hade en positiv inverkan på aggregatstabiliteten på denna mycket besvärliga jord.

En sammanslagning av de fyra försök där turbiditeten mätts med samma metod (Hammenhög, Vallby, Heddingedrift och Vadensjö) visar på en signifikant sänkning av turbiditeten i de båda kalkade leden, se tabellen nedan.



Figur 4. Turbiditetsmätning i kalkförsöket på Billeberga. Det blev signifikant lägre värde i de kalkade leden vilket tyder på stabilare aggregat.  $Prob. = 0,028$ .

Tabell 5. Sammanslagning av fyra försök (Hammenhög, Vallby, Heddingedrift och Vadensjö) där turbiditetsmätningarna gjorts med samma metod

Led	EC1 *	EC2 *	Turbiditet
1	75,5	42,1	5,9
2	99,1	57,3	4,2
3	111,6	62,3	4,6
LSD	15,6	9,4	1,3
PROB	0,0002	0,0004	0,0273

\*EC1 och EC2 visar ledningsförmågan i proverna och används för att visa på att man tagit provet i rätt skikt där kalken finns.

De 5 platser med skörderespons endast efter strukturkalk: Heddingedrift, Vallby, Hammenhög, Linelund, Vadensjö hade SmV index på 5,3; 6,3; 2,8; saknas på Linelund och 1,3. Hammenhög hade relativt lågt index (2,8) men utmärks av en mycket hög lerhalt (28%) och en hög mullhalt (4,6%) vilket kan vara en förklaring till att kalkningen hade effekt på markstrukturen. Mullen har också negativa laddningar på vilka kalciumjoner kan fastna och hållas kvar. Ju högre pH är i jorden desto fler negativa laddningar har mullen.

De 4 platser utan effekt på sockerskörden: Hörtegården 14 och 16, Gislöv och Hönnedal, hade alla låga till mycket låga SmV index: 1,6; 2,8; 1,0 och 1,8. I de båda försöken på Hörtegården var lerhalterna 18,5 respektive 14,5% och mullhalterna låg på strax över 2%.

Gislöv är en jord med både hög lerhalt och mullhalt. Troligen gör det mycket låga SmV indexet att det trots dessa inte blir någon effekt på markstrukturen. Sockerskörden är redan hög och jorden har god näringsstatus då det körts ut mycket stallgödsel historiskt på fältet.

På en av försöksplatserna (Västraby) växte betorna dåligt på delar av fältet efter strukturkalkningen hösten 2015. För att ta reda på orsakerna gjordes infiltrationsmätningar i både matjord och alv under hösten 2016 efter upptagningen av betorna. Resultaten visade mycket riktigt att infiltrationen var lägre i matjord och alv på de sämre delarna av fältet jämfört med de bättre.

Jorden var en mellanlera med hög lerhalt dominerad i huvudsak av illit och kaolinit. Under tillväxtsången före utläggning av kalken kom det rikligt med nederbörd, vilket kan ha gjort jorden extra känslig för packning. Packning i alv och matjord i samband med nedbrukningen av kalken är den troligaste orsaken till den fläckvis dåliga tillväxten. I kombination med skyfallen som kom runt midsommar 2016 förvärrades sedan skadorna i betor ytterligare av *Aphanomyces*.

### Växtnäring

Det var framförallt halterna av mangan som sjönk signifikant i de kalkade leden jämfört med okalkat i grupp 1 (tabell 6 och 7). Normala halter av mangan ligger i betor mellan 50 och 200 ppm. Halterna på Ekeberg och på Lindbyholm låg inom detta intervall medan de låg lite under på Billeberga. Det fanns inga signifikanta skillnader i borhalter mellan de olika leden.

I grupp 2 fanns det signifikanta skillnader mellan leden för både bor och mangan på alla platser utom på Hammenhög (tabell 8 och 9). Bor och mangan hade minskat i de kalkade leden jämfört med okalkat. Bor bör normalt ligga kring 40 ppm i betor. På Heddingedrift var halterna låga medan de låg strax över det normala på de tre andra platserna.



Vi kunde också konstatera att kalium har ökat signifikant i strukturalk jämfört med kalkstensmjöl på fyra platser: Lindbyholm, Heddingedrift, Billeberga och Ekeberg.

Zink ökade signifikant på Ekeberg (prob < 0,05) och fosfor på Billeberga (prob < 0,05) i strukturalk jämfört med kalkstensmjöl. På alla dessa platser ökade strukturalkningen sockerskörden och tillgång på mer växtnäring kan ha spelat en roll i detta.

*Tabell 6. Bor grupp 1*

Led	Ekeberg	Lindbyholm	Billeberga
1 Okalkat	54,02	43,4	33,6
2 Kalkstensmjöl	51,33	41,7	33,6
3 Aktiv struktur	53,69	40,3	32,2
LSD 5%	-	-	-
Prob.	ns	ns	ns

*Tabell 7. Mangan grupp 1*

Led	Ekeberg	Lindbyholm	Billeberga
1 Okalkat	158,06	104,6	50,0
2 Kalkstensmjöl	100,20	72,0	35,4
3 Aktiv struktur	100,03	66,0	33,8
LSD 5%	48,68	25,2	6,5
Prob.	0,0310	0,0082	0,0000

*Tabell 8. Bor grupp 2*

Led	Heddingedrift	Hammenhög	Vadensjö	Vallby
1 Okalkat	32,0	50,6	42,18	57,22
2 Kalkstensmjöl	28,9	47,3	38,03	52,43
3 Aktiv struktur	28,7	48,8	42,13	54,55
LSD 5%	1,7	-	2,59	3,67
Prob.	0,0005	ns	0,0033	0,0412

*Tabell 9. Mangan grupp 2*

Led	Heddingedrift	Hammenhög	Vadensjö	Vallby
1 Okalkat	114,6	63,0	96,73	182,31
2 Kalkstensmjöl	93,9	58,1	88,10	151,93
3 Aktiv struktur	98,3	56,3	83,05	151,06
LSD 5%	16,3	-	10,05	-
Prob.	0,0350	ns	0,0304	0,0866

## Sammanfattning

Om man ser till responsen i sockerskörd så tyder resultaten av strukturalkningen på att den gynnar skörden i sockerbetor. På samtliga platser ligger skörden några procentenheter över den för kalkstensmjöl. Det är troligt att det finns någon eller några faktorer som bidrar positivt till detta. På fyra platser är det en bättre aggregatstabilitet mätt som lägre turbiditet som troligen förklarar en del av skörderesponsen: Billeberga, Heddingedrift, Lindbyholm och

Vallby. På Billeberga och Lindbyholm så förklaras skörderesponsen också av en effekt på *Aphanomyces*. En tredje och bidragande förklaring till den ökade skörderesponsen på Billeberga, Heddingedrift och Lindbyholm kan vara signifikant högre halter av kalium i ledet med strukturkalk.

Trots höga SmV-index och en lerhalt på ca 20% blev det ingen sänkning av turbiditeten på Ekeberg och Linelund trots att odlarna var mycket nöjda med inarbetning av kalken i marken. Det är möjligt att plöjningen gjort att jorden vänts ner och att provtagningen som gjordes på hösten inte kunde visa på någon effekt på turbiditeten. Uppföljande provtagningar i vårkornet efter betorna kan ge bättre svar. Även på Ekeberg var det signifikant högre halter av kalium i det strukturkalkade ledet.

Vid spridning av strukturkalk är det troligt att där är tre effekter som samverkar och har olika stort inflytande på olika jordar: en effekt på aggregatstabilitet mät som lägre turbiditet, en reducerande effekt på *Aphanomyces* samt en växtnäringseffekt med högre halter av kalium efter strukturkalkning. Den sistnämnda effekten kan hänga samman med att kalciumhydroxiden i strukturkalken löser upp kiselskikten i lermineralen. Därmed frigörs bundna joner som t ex kalium. Fler undersökningar behövs och planeras för att mer i detalj studera denna mekanism.

### Referenser

- Berglund, K., Blomquist, J., Christensson, B., Gerhardson, B., Hellgren, O., Larsson, H., Rydberg, T., och Wildt-Persson, T. 2002. Sammanfattning. Slutrapport 4T. SBU, Borgeby.
- Eriksson, J., Nilsson, I., Simonsson, M. 2005. Wiklanders marklära. Studentlitteratur. Lund.
- Olsson, Å., Persson, L., Olsson, S. 2010. Variations in soil characteristics affecting the occurrence of *Aphanomyces* root rot of sugar beet – risk evaluation and disease control. *Soil biology & biochemistry* 43:316-323.

### Resultatförmedling och kommunikation

Resultaten har presenterats på NBRs sommar och vintermöten årligen. Försöksvärdar och projektgrupp träffas två gånger per år för att diskutera resultaten. Nästa möte är planerat till 6 mars 2018.

#### Artiklar i Betodlaren:

- Olsson, Å, Persson, L. 2017. Kalkningens betydelse i sockerbetsodlingen. Del 1. *Betodlaren* 1:66-69.
- Olsson, Å, Blomquist, J., Persson, L. 2017. Kalkningens betydelse i sockerbetsodlingen. Effekter av strukturkalk. Del 2. *Betodlaren* 1:57-61.
- Del 3 planeras under 2018 och kommer att inriktas på växtnäring. Vetenskaplig publicering ska påbörjas.