

Bladgödsling med mangan vid högt mark pH

Daniel Helenelund

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantbruksnäringarna och landskapsplanering

Raseborg 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Daniel Helenelund

Utbildningsprogram och ort: Lantbruksnäringarna och landskapsplanering,
Raseborg

Inriktningalternativ/Fördjupning: Lantbruksnäringarna

Handledare: Paul Riesinger

Titel: Bladgödsling med mangan vid högt mark pH

Datum: 31.3.2014

Sidantal: 21

Bilagor: 8

Abstrakt

Mangan är ett växtnäringsämne som främst har betydelse för fotosyntesen, proteinomsättningen och nitratreduktionen. Mangan gynnar även rottillväxten och påverkar höstgrödornas vinterhärdighet. Hos spannmål yttrar sig brist på mangan i form av små ax, dålig kärnutveckling och svagt strå. Bland spannmålsslagen är havre mest känsligt, följt av korn, vete och råg. Odlingsväxterna kan lida brist på mangan som följd av en låg koncentration av mangan i marken men vanligare är att bristen uppstår som följd av att mangan fastläggs i för växterna otillgängliga former. Mangan fastläggs i marken vid ett högt pH-värde och vid intensiv syresättning. I sådana fall är bladgödsling med mangan det enda sättet att häva en manganbrist.

Till grund för detta arbete ligger ett fältförsök som syftade till att undersöka vilka effekter på avkastningen en respektive två manganbladgödslingar har hos vårvete vid odling på mullrika jordar med höga pH-värden. Arbetets hypotes var att en upprepad tillförsel av mangan ökar växtens manganupptag och därmed även avkastningen.

I det försöksled som bladgödsledes två gånger med mangan gav vårvetet en 6,4 % högre biomassaskörd än i det led som bladgödsledes en gång. Eftersom manganbladgödsel i dagsläget är ett förmånligt insatsmedel är det således på fält med konstaterad stor manganbrist värt att överväga flera behandlingar.

Språk: Svenska Nyckelord: Mangan, manganbrist, bladgödsling

BACHELOR'S THESIS

Author: Daniel Helenelund
Degree Programme: Rural Industries, Raseborg
Specialization: Agriculture
Supervisor: Paul Riesinger

Title: Foliar application of manganese under high soil pH conditions/ Bladgödsling med mangan vid högt mark pH

Date: 31 March 2014

Number of pages: 21

Appendices: 8

Summary

Manganese as a plant nutrient is important for the photosynthesis, protein synthesis and the reduction of nitrate. Manganese benefits the root growth and affects the winter hardiness of winter crops. In cereals manganese deficiency appears as small spikes, poor seed development and a weak straw. Among cereals oats is the most sensitive followed by barley, wheat and rye. The plants may be short of manganese because of low manganese concentration in the soil, but a more common reason is the reduction of manganese that causes low availability of manganese for the plants. The reduction of manganese is caused by high pH conditions and a good supply of oxygen. In such cases foliar application of manganese is the only way to terminate a manganese deficiency.

The basis for this work is a field trial designed to investigate what kind of yield effects one or two foliar applications of manganese has on spring wheat raised on soils with high organic content and high pH conditions. The hypothesis of this trial was that a repeated supply with manganese increases the uptake of manganese and thereby also the yield.

The spring wheat gave 6,4 % higher biomass yield in the treatment which was foliar applied with manganese twice than the one which was treated with only one foliar application. Since manganese fertilizer currently is favorable is it thus worth considering several treatments on fields with a confirmed major manganese deficiency.

Language: English Key words: Manganese, manganese deficiency, foliar application

Innehåll

1	Inledning	1
2	Teoretisk bakgrund	2
2.1	Manganets effekt på skördebildningen	2
2.2	Grödans upptag av mangan	4
2.3	Markens leverans av mangan	5
2.4	Mangangödsling	6
3	Aktuell forskning	6
4	Material och metoder	8
4.1	Försöksplatsen	8
4.2	Försöksdesign och behandlingar	9
4.3	Skötsel av försöket.....	10
4.4	Väderlek	11
4.5	Provtagning och behandling av prover	13
5	Resultat.....	15
6	Diskussion	18
6.1	Avkastningsskillnader	18
6.2	Förklarande variabler	18
6.3	Olika bladgödselmedel.....	19
6.4	Mangan tillförsel.....	20
7	Slutsatser	21
	Källförteckning	22

Bilagor

1 Inledning

För att mer krävande odlingsväxter skall trivas bra och ge en hög avkastning krävs ofta ett högt mark pH-värde. När jordbrukaren försöker förbättra odlingsförhållandena genom att höja pH-värdet uppstår ofta en annan avkastningsbegränsande faktor, nämligen manganbrist. I takt med att odlingsmarkerna har satts i skick genom att pH-värdet har höjts har även problemen med manganbrist hos odlingsgrödorna blivit allt vanligare.

För växten är mangan ett avkastningsbegränsande mikronäringsämne som växten främst lider brist på porösa jordar samt på jordar med höga pH-värden. År 2004 utförde Markkarteringstjänst Ab (Vijavuuspalvelu Oy) en spårämneskampanj, under vilken man analyserade närmare 19 000 jordprov. Med avseende på manganinnehållet klassades 9 % av proverna i markkarteringsklass ”dålig” och 20 % i ”rätt dålig”. Värst var manganbristen i Österbotten och Nyland där över 10 % av proven låg i markkarteringsklassen ”dålig”. (Kangas & Kauppila, 2005).

I många försök på spannmål har man kunnat konstatera skördeökningar tack vare manganbladgödsling. Vid fleråriga manganbladgödslingsförsök på Gotland har man vid stor brist i korn konstaterat skördeökningar på upp till tre ton. Samtidigt har man i en del försök även konstaterat att bristen har försvunnit av sig själv efter regn, troligen på grund av minskad syretillgång i marken. (Björk, 2006).

Mangan kan tillföras genom förrådsgödsling, årlig tillförsel i samband med etablering av grödan samt genom bladgödsling. Vid höga mark pH-värden fastläggs mangan i marken och blir otillgängligt för växten. Vid höga mark pH-värden är det främst bladgödsling som kan förväntas ge resultat, därför kommer detta arbete att kretsa kring bladgödsling.

”Eftersom vi vanligtvis inte har, och inte heller vill ha, optimala markförhållanden som gynnar manganupptaget från marken (lågt pH) är bladgödsling helt klart det effektivaste sättet att häva en manganbrist” (Friberg, 2014).

Traditionellt har man vid manganbrist tillfört mangan i samband med ogräsbekämpningen men vid svåra brister framträder bristsymptom redan i ett tidigare skede. Har då en tidigarelagd bladgödsling i två- till trebladsstadiet (DC 12-13) samt en ytterligare bladgödsling i samband med ogräsbekämpningen (DC 21-29) någon skördehöjande effekt, jämfört med endast en bladgödsling i samband med ogräsbekämpningen?

Examensarbetets syfte är att undersöka vilka effekter på avkastningen en respektive två manganbladgödslingar har hos vårvete vid odling på mullrika jordar med höga pH-värden. Till grund för arbetet ligger ett fältförsök samt litteraturstudier.

Arbetets hypotes är att en upprepad tillförsel av mangan ökar växtens manganupptag och därmed även avkastningen.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Mangans effekt på skördebildningen

Förutom ljus, koldioxid och vatten behöver växterna 14 olika näringsämnen från marken. De för växten nödvändiga näringsämnen delas upp i makro- och mikronäringsämnen. Till makronäringsämnena hör kväve (N), fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg) samt svavel (S), av dessa behöver växten över 1 kg/ha. Av mikronäringsämnen behöver växten under 1 kg/ha och till den gruppen hör järn (Fe), mangan (Mn), bor (B), koppar (Cu), molybden (Mo), zink (Zn), klor (Cl) samt nickel (Ni). (Fågelfors, 2001, s. 91).

Även om spannmålsens behov av mangan är under 1 kg/ha har den flera viktiga funktioner i växten (Farmit, 2014). Vid fotosyntesen medverkar mangan vid spjälkningen av vatten samt att det även upprätthåller strukturen i kloroplasterna. Mangan är även nödvändigt för växtens energi-, och proteinomsättning samt för nitratreduktionen. Dock är mangans viktigaste funktion i växten att tjäna som aktivator och brobyggare i enzymsystemen. (Aasen, 1997, s. 64-65).

Mangan gynnar även rottillväxten samt reglerar växtens produktion av tillväxthormonet auxin. En för hög nivå av auxin gör att växten skjuter i höjden istället för att satsa på bestockningen. Hos höstgrödor gynnar ett bra manganförhållande även vinterhärdigheten genom att bilda anti-frys proteiner. (Friberg, 2014).

Bland spannmålsarterna är havre mest känsligt för manganbrist, därefter kommer korn, vete och råg (Farmit 2014). Små ax, dålig kärnutveckling och svagt strå kan hos spannmål orsakas av manganbrist och vid stor brist kan även stråskjutningen bli obefintlig (Aasen, 1997, s. 65). Symptom på manganbrist syns i första hand i form av bladfläckar som uppstår först vid basen på yngre blad (Mengel & Kirkby, 1987, s. 520-521). Bristssymptom på

bladen kan synas från och med det andra och tredje bladet. Eftersom det första bladet förses med tillräckligt mangan från utsädet uppträder bristsymptomen först i ett senare skede. (Aasen, 1997, s. 65). Orsaken till att symptomen först syns på de yngre bladen beror på att mangan är ett relativt svårörligt näringsämne i växten. Detta innebär att näringen vid brist inte transporteras så snabbt från äldre till yngre blad, fastän försörjningen av unga växtdelar vanligtvis gynnas vid bristsituationer. (Graham, Hannam & Uhren, 1988, s. 118-119).

Vid manganbrist får havre långsträckta gråaktiga fläckar, kallad gråfläckssjuka, ofta med brunaktiga kanter. Fläckarna är ordnade i rader mellan bladnerverna och vid större bristsymtom går bladet av och spetsen börjar peka nedåt (bild 1). Hos vete påminner symptomen om havrens men fläckarna är ofta mindre och ljusare. Vårvete kan ibland få ljusgröna fläckar mellan bladnerverna och de ljusgråa fläckarna kan saknas helt (bild 2). Symptom på manganbrist hos korn syns däremot ofta i form av små bruna fläckar ordnade i rader mellan bladnerverna men även likadana ljusgråa fläckar med brun kant som hos havre kan förekomma. Kornets fläckar är dock mycket mindre än de som förekommer hos havre. (Aasen, 1997, s. 66).



*Bild 1. Manganbrist hos havre.
(Foto: Andreas Helenelund)*



Bild 2. Manganbrist hos vårvete.

2.2 Grödans upptag av mangan

Mangan rör sig dåligt i marken och därför krävs det att växten har ett välutvecklat rotsystem för att kunna tillgodogöra sig detta näringsämne (Farmit, 2014). För att kunna tillgodogöra sig växtnäringsämnena som är svårörliga i marken måste grödan nå fram till dessa genom rottillväxt, exempel på sådana näringsämnen är tvåvärt positivt laddat järn (Fe^{2+}), kalcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) och mangan (Mn^{2+}). Växtnäringsupptaget sker främst via nybildade rothårspetsar. Därför är det viktigt med en ständig rottillväxt för att kunna förse växten med näring. Förutom via rötterna kan grödan även ta upp växtnäring via bladen men det främsta upptaget sker ändå via rötterna. (Riesinger, 2006, s. 10-12).

Enligt Aasen (1997) tas mangan i vanliga fall upp av växtens rötter som tvåvärt positivt laddat mangan (Mn^{2+}), men hos vissa arter och sorter som är anpassade för jordar med högt pH kan rötterna även ta upp trevärt mangan genom att reducera det till tvåvärt. Höga koncentrationer av antagonistiska katjoner som magnesium (Mg^{2+}) och kalcium (Ca^{2+}) kan ha en negativ inverkan på upptaget av mangan eftersom de är inom samma laddningsgrupp och konkurrerar med varandra. Mangan transporteras vidare i växten som tvåvärt mangan och går i första hand till växtdelar i aktiv tillväxt. Transporten av mangan från äldre till yngre växtdelar går relativt trögt, dock är mangan inte lika svårörligt i växten som kalcium, svavel, bor och järn. (Aasen 1997, s. 64).

Transporten av växtnäring i växten sker via ledningsbanorna där transporten till olika växtdelar drivs av vattenflödet och sker med samma hastighet som vattnets stigning i växten. Vid varmt och torrt väder är växtens klyvöppningar stängda så att inget vatten avdunstar. Sker ingen avdunstning sker inte heller någon transport av vatten och därmed kommer inte heller växtnäringsämnena till de behövande växtdelarna. Därför är risken störst för manganbrist vid torra situationer. (Friberg, 2014).

Även vårens och försommarens väderlek har inverkan på växternas näringsupptag. Under blöta och kalla vårar är rötternas näringsupptag långsamt. Om vädret därefter snabbt blir varmt följer en snabb tillväxt och växten hinner inte ta upp tillräckligt med mangan från marken. (Anttila-Lindeman, 2014).

2.3 Markens leverans av mangan

Markens manganinnehåll är i medeltal kring 600 mg/kg torrsubstans jord men variationer mellan 20 och 3000 mg/kg förekommer. Den vanligaste manganföreningen i jorden är brunsten men även hydroxider är vanligt förekommande. Manganhydroxiderna förekommer som mörka hinner på jordpartiklar, som avlagringar i sprickor, i jordklimpar samt ofta i kombination med järnoxider och järnhydroxider. (Fågelfors, 2001, s. 78-79). Markens totalinnehåll av mangan har slutligen ingen stor betydelse för växterna. Oftast finns det tillräckligt med mangan i jorden, förutom hos näringsfattiga torvjordar och vissa typer av sandjordar. Orsaken till att manganbrist ändå uppstår är att manganet förekommer i en sådan form som växten inte klarar av att tillgodogöra sig. (Aasen, 1997, s. 62).

Speciellt stor risk för manganbrist förekommer på jordar med höga pH-värden, vid höga mullhalter samt låga lerhalter (under 15 %). Höga mullhalter, låga lerhalter samt torka ökar mängden syre i marken. Den ökade mängden syre medför en större risk för fastläggning av mangan. (Carlgren, 1987). Just på grund av syrets och pH-värdets inverkan framkommer manganbrist oftast fläckvis och sällan i körspår eller på packningsskadade områden (Anttila-Lindeman, 2014).

Höga mark pH-värden har samma effekt på manganet som god tillgång på syre, det vill säga att en stor del lösligt mangan oxideras och fastläggs. Fastläggningen innebär att manganet inte längre är tillgängligt för växten. Genom att med kalkning höja pH-värdet från t.ex. 6 till 7 minskar man mängden lösligt mangan med 100 gånger. Redan vid mark pH-värden över 6,5 är manganbrist vanligt förekommande. (Hyltén-Cavallius, 1995).

Mangan har en väldigt varierande löslighet beroende på jordart, markstruktur och väderlek (Carlgren, 1987). Dessutom är metoden för att bestämma risken för manganbrist genom jordanalyser inte en helt tillförlitlig metod eftersom torkning av jordprover kan förändra manganets löslighet. För att få fram tillförlitliga resultat angående mängden lösligt mangan från ett jordprov borde proverna analyseras medan de är fuktiga. Eftersom jordproverna vanligtvis torkas före analys för att andra parametrar skall kunna analyseras, blir resultat för lösligt mangan ofta en kompromiss. En annan metod att utreda eventuell manganbrist är att ta växtprover för att analysera växtens manganinnehåll. Hos vete har den kritiska gränsen för manganbrist konstaterats ligga mellan 10 och 40 mg/kg ts. Lämplig nivå anses ligga mellan 75-621 mg/kg ts, medan risk för manganförgiftning uppstår redan vid nivåer över 356 mg/kg ts. (Mahler, Li & Wattenbarger 1992).

2.4 Mangangödsling

Vid manganbrist kan mangan tillföras båda via förrådsgödsling och bladgödsling. Problemet med förrådsgödsling är att ifall manganbristen orsakas av höga mark pH-värden har gödsling ingen större effekt eftersom det tillförda manganet nästan genast fastläggs. Ligger problemet i ett lågt markinnehåll och låga pH-värden kan förrådsgödsling dock vara ett gångbart alternativ.

Aasen (1997, s.17) skriver att växten i regel snabbt och enkelt tar upp näring via bladen. Därför kan bladgödsling vara ett effektivt sätt att tillföra näring till växande plantor. Detta gäller speciellt i sådana fall där det finns risk för att näringen binds hårt i marken. Bladgödsling är även ett bra sätt att snabbt korrigera näringsbrister under växtsäsongen, men eftersom bladgödslingen inte påverkar markens näringstillstånd behöver behandlingen utföras årligen (Yara, 2013, s. 34).

Bladgödslingen bör utföras vid hög relativluftfuktighet såsom på morgonen eller på kvällen eftersom det är först när det ligger vatten på bladytan som bladet sväller upp. När bladet sväller upp bildas sprickor och porer som gör att bladgödseln kan tas upp. Är bladet torrt transporteras inte näringen in i bladet, därför är det viktigt att vätan stannar så länge som möjligt på bladet. (Friberg, 2014).

Hur effektivt manganet tas upp av växten vid bladgödsling är även beroende på molekylstorlek. Till exempel tas mangankelat upp sämre än mangansulfat och mangannitrat. Ett annat sätt att förbättra manganupptaget är att tillsätta vätmedel. Vätmedlet tar bort ytspänningen samt gör att det blir fler små droppar, detta ger en bättre kontakt mellan näringsämnet och bladet. (Friberg, 2014).

3 Aktuell forskning

Redan på 1950- och 1960-talet utfördes i Sverige fältförsök med mangan, men det var först på 1980-talet som intresset växte sig stort och många fältförsök utfördes (Carlgren, 1988). Merparten av undersökningarna har kretsat kring att utreda olika preparats effekt samt jämförelser mellan tillförsel via marken eller som bladgödsling. Under slutet av 80-talet utfördes en del försök som var starkt präglade av att utreda skillnader i effekten mellan mangankelat och mangansulfat. Ett sådant försök utfördes på stråsäd i Sverige av Carlgren (1988). I försöket konstaterade man att mangansulfat gav bäst resultat. I fältförsöket hade

man även två försöksled där man testade skillnaden mellan sen bladgödsling med mangansulfat samt kombinerad tidig och sen gödsling. Ledet med sen behandling hade en grundskörd på 4660 kg/ha vilket gav ett relativtal på 120. Ledet som behandlades två gånger hade däremot ett relativtal på 129. Jämför man relativtalen uppnådde man en skördeökning på 9 % med två behandlingar jämfört med en. (Carlgren, 1988).

År 2005 utförde MTT och Kemira Growhow ett mangangödslingsförsök i Laihela, Österbotten. Syftet med försöket var att utreda effekten av olika sätt att tillföra mangan i havre. Mangan gavs enligt tre olika metoder, första metoden var att i samband med sådden tillföra startgödsel i utsädesraden (2,5 kg mangan/ha). Andra metoden gavs i form av spårämnes Y-gödsel innehållande 0,3 % mangan som placerades med såmaskin (1,5 kg mangan/ha) samt som tredje metod genom bladgödsling i stadie DC 27 (2,5 kg mangan/ha). Försöksfältet hade ett medel pH-värde på 7,1 samt ett manganvärde på 3,1. På försöksfältet hade man tidigare konstaterat problem med manganbrist. (Kangas & Kauppila, 2005).

I Laihela visade sig samtliga mangangödslingar ha skördehöjande effekt men man konstaterade att bladgödsling med mangansulfat gav högst kärnskörd med en ökning på 460 kg/ha när nolledet avkastade 5300 kg/ha. Därefter kom spårämnes Y-gödsel med en skördeökning på 250 kg/ha, det ledet hade däremot minst synliga tecken på bristsymptom. Resultaten finns sammanställda i bilaga 1. (Kangas & Kauppila, 2005).

I södra Sverige påbörjades år 2004 en tre år lång försöksserie med syfte att jämföra effektiviteten mellan olika manganbladgödlingspreparat samt att klarlägga om regelmässig mangangödsling till vårkorn var befogat. Under alla försöksår kunde man både i Halland och på Gotland konstatera att de behandlade leden gav en statistiskt säkert högre skörd än de obehandlade, med en variation på 500-3000 kg/ha. Man konstaterade även i en del av försöken att preparatvalet var av betydelse, som störst var skördeskillnaden mellan två preparat 990 kg/ha varvid preparatet med högre avkastning gav 6020 kg/ha. Sju av tolv försök visade att bestående manganbrist kan orsaka betydande skördeförluster. Vid försöken på Gotland förekom det kraftiga manganbrister, varvid man konstaterade att vid kraftiga brister är det sannolikt lönsamt att behandla mer än en gång. Hur många gånger framgick dock inte av försöksresultaten eftersom samtliga led behandlades fyra gånger. (Björk, 2006).

De senaste åren har det i Sverige utförts en del försök med manganbetat utsäde. Med manganbetning strävar man till att säkerställa att grödan kommer bra igång. Bra

mangantillgång i tidigt tillväxtstadium ger än bättre rotutveckling och bidrar därmed med effektivare manganupptag senare under växtsäsongen. I ett försök med manganbetad havre på Gotländsk mulljord med pH 8 gav endast betning en skördeökning på 570 kg/ha. Kombinerades betningen med bladgödsling uppnådde man en skördeökning på 2100 kg/ha när endast bladgödsling gav en ökning på 1600 kg/ha. (Gottfridsson, 2012).

4 Material och metoder

4.1 Försöksplatsen

Platsen för fältförsöket ligger i byn Rimal i Malax kommun i Österbotten. Jordarten på fältet är finmo och mo med mullhalten i markkarteringsklasserna ”mullrik” och ”mycket mullrik” samt ett pH-värde på 6,7 (tabell 1). Försöksfältet är täckdikat och plant. Den jämna topografin tillsammans med en relativt enhetlig jordart gör att fältets fuktförhållanden är jämna. Försöksfältets koncentrationer av fosfor, kalium, magnesium, och kalcium, var enligt markkarteringen som utfördes 2009 med avseende på grödans behov överlag goda. Endast markens kaliumkoncentration var på ”försvarlig nivå”. Även markens pH-värde bjöd på goda förutsättningar för vårvetet. (Tabell 1).

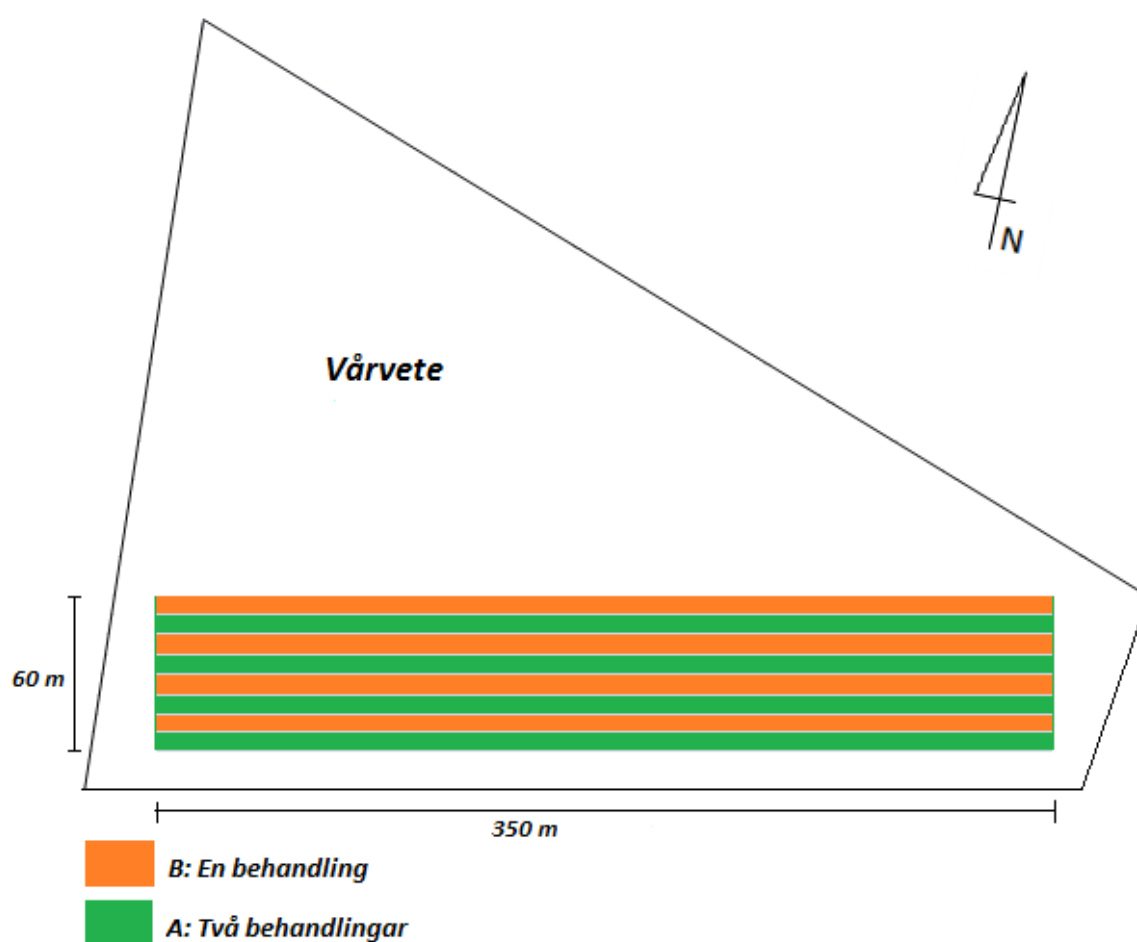
Tabell 1. Försöksfältets markkarteringsdata, 2009.

Markkarteringsklasser						1.Analysemas 1. anv. år	Jordart	Mullhalt	Yjordens pH	Kalcium (Ca)	Fosfor (P)	Kalium (K)	Magnesium (Mg)
nro	basskifte	jbr-skifte	areal	signum	växt				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
5							FMo	mr	6,7	3 770	11,0	140	250
6							FMo	mnr	6,7	4 160	7,1	98	210
Måsan H													
			8.83	04238-A	Vårvete	2010	Mo	mr	6,7	3965	9,1	119	230

På platsen för fältförsöket har man under flera års tid redan i ett tidigt skede av växtsäsongen kunnat konstatera symptom på manganbrist hos vårvete. På fältet har det under de fem senaste åren odlats vårvete. Kalkonstallgödsel (bilaga 2) har spridits på fältet vartannat år, senaste gången var våren 2012. År 2013 plöjdes försöksfältet på våren.

4.2 Försöksdesign och behandlingar

Undersökningen utfördes i form av ett fältförsök med målsättningen att så bra som möjligt motsvara odlingsförhållandena inom praktisk växtodling. Fältförsöket bestod av två försöksled med fyra upprepningar var, som placerades turvis i form av ett blockförsök. Försöket bestod alltså av åtta försöksrutor. Bredden på varje försöksruta var 7,5 meter. Bredden var anpassad så att man vid första gödslingstillfället körde med halva rampen avstängd på växtskyddssprutan. Försöksrutorna var 350 meter långa och placerade i väst-östlig riktning. Försöksplatsen i fält placerades så att jordarten var så jämn som möjligt samt även en bit in på fältet för att undvika vändtegar. (Figur 1).



Figur 1. Försöksrutornas utplacering.

Led A behandlades två gånger med manganbladgödsel, den första givan tillfördes i 2-3 bladstadiet (DC 12-13) med en giva på 1 l/ha och den andra givan i samband med ogräsbekämpningen under bestockningen (DC 21) med en giva på 2 l/ha.

Led B behandlades endast en gång med manganbladgödselmedel, behandlingen skedde i samband med ogräsbekämpningen under bestockningen (DC 21) med en giva på 2 l/ha. Behandlingen som utfördes vid ogräsbekämpningen gjordes som tankblandning och utfördes samtidigt på båda försöksleden.

Manganbladgödselmedlet som användes i försöket heter NorotecMangan och är en svensk produkt som i Finland saluförs av Söderby entreprenad. Gödselmedlet är ett flytande sulfatpreparat som innehåller 150 g mangan och 80 g svavel/liter. Medlets användningsområde är för lantbruksgrödor och trädgårdsodlingar mot manganbrist. Medlet blandas med 100-200 l vatten/ha och sprutas ut på grödan med växtskyddsspruta. Valet av gödselmedlet baseras på att det även kan blandas med de flesta växtskyddsmedel, på dess pris och på tidigare erfarenheter av produkten.

4.3 Skötsel av försöket

Försöksfältet har odlingstekniskt skötts så som gårdens övriga odlingar. Försöksfältet vårplöjdes den 13.5.2013 till 22 centimeters djup med en fyrskärig Kverneland växelplög utrustad med skumvingar för att få växtresterna bättre nedvända. Den 19.5.2013 harvades försöksfältet till 5 centimeters djup. S-pinnharven som användes var en Väderstad NZA 600 utrustad med crossboard fram och efterharv bak. Fältet harvades två gånger för att åstadkomma ett jämnt såbotten och en tillräckligt bra struktur. Den 20.5.2013 såddes försöksfältet, såmaskinen som användes var en vältkombi av märket Junkkari.

Vårvetesorten som användes var Anniina. Utsädet som användes var ej certifierat utan var gårdens eget men sorterat och betat med Baytan i pulverform. Utsädets grobarhet låg kring 82 %. Sådjupet var 5 cm och utsädesmängden 300 kg/ha med målsättningen att placera 700 kärnor/m².

Enligt miljöstödet får man vid gödsling av vårvete och med en skördeförväntning av 4000 kg kärnskörd/ha i mellersta Finland tillföra maximalt 110 kg kväve/ha på grov mineraljord samt 12 kg fosfor/ha vid bördighetsklass 4. Grödans behov av kalium antogs vara 30 kg/ha. På basen av markkarteringsklassen, de med kalkonstallgödseln tidigare tillförda växtnäringsmängderna samt baserat på tidigare erfarenhet av fältets avkastningsförmåga beräknades behovet av växtnäringstillförsel uppgå till 75 kg kväve och 30 kg kalium/ha. Gödselmedlet som användes var YaraMila NK 2 (22-0-12) med en giva av 340 kg/ha.

Den 6.6.2013 utfördes den första bladgödslingen av försöksled A, vårvetet hade då utvecklat 2 $\frac{1}{2}$ - 3 blad. Dosringen var 1 l/ha av Norotec Mangan, 0,2 l/ha av Sunoco olja som fästmedel och vattenmängden 160 l/ha. Vädret var vindstilla och mulet med ca 10° C. I andra upprepningen av försöket var fel halva av sprutrampen öppen varvid de första 20 metrarna blev felbehandlade. Detta korrigerades genom en förflyttning av första provtagningspunkten 40 meter in på försöksområdet.

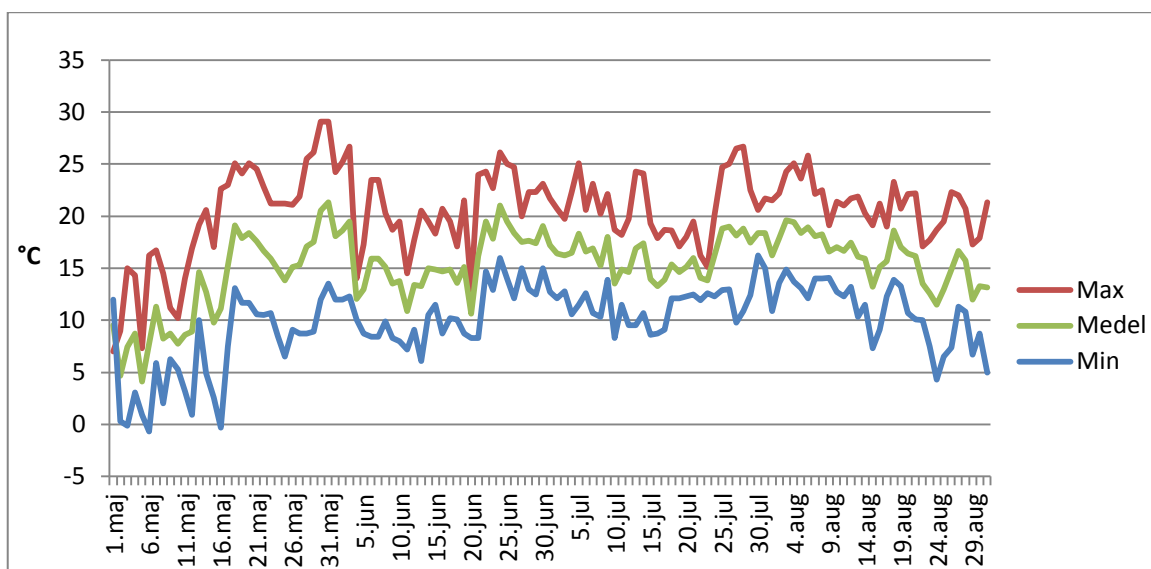
Den 12.6.2012 utfördes den andra bladgödslingen i samband med ogräsbekämpningen, vårvetet var då i bestockningen. Vid detta tillfälle kunde man se en svag nyansskillnad mellan de olika försöksleden, försöksled A var mera mörkgrön. Den andra bladgödslingen sprutades samtidigt över båda försöksleden med en dosering på 2 l/ha av Norotec Mangan och 2 l/ha av Duplosan mot ogräsen, vattenmängden var 160 l/ha. I efterhand kunde man konstatera att en annan herbicid med bättre effekt mot plister kunde ha använts.

När bekämpningen mot skadesvampar och flyghavre utfördes under stråskjutningen den 19.6.2013 såg man inte längre några skillnader mellan försöksleden. Bekämpningen utfördes som en tankblandning med 0,2 l/ha av Acanto samt 0,2 l/ha av Proline mot skadesvampar och 0,9 l/ha av Axial mot flyghavre.

Under växtsäsongen bokfördes dygnets högsta och lägsta temperatur samt regnmängderna under perioden 1 maj till 31 augusti. Vetets biomassa klipptes för vägning i stadium DC 91 (skördemognad) samt att spannmålsprover togs för analys i samband med tröskning den 4 september.

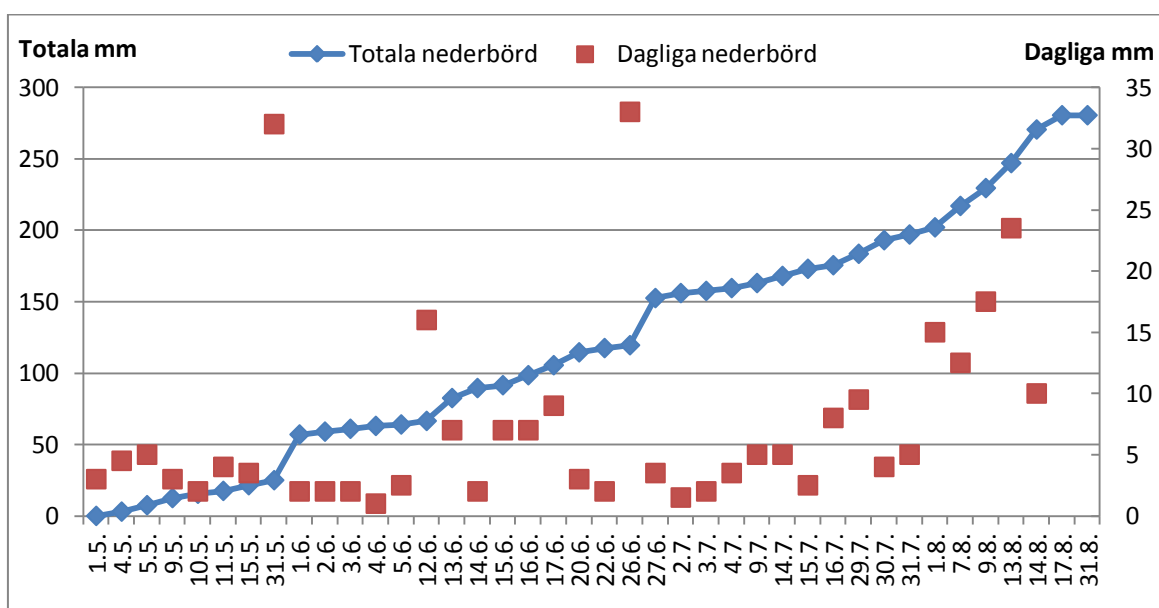
4.4 Väderlek

Vårbruket 2013 kom igång lite senare än vanligt på grund av en lite djupare tjäle än normalt. Först i mitten av maj kom sådden igång på allvar men tack vare det varma vädret i slutet av maj kom spannmålen snabbt igång. I början av juni hade spannmålen tagit ikapp förseningen av sådden så att utvecklingsstadiet var normalt för tidpunkten. Juni var en varm månad medan juli var kallare än normalt. I augusti var vädret soligt och temperaturen var normal för årstiden. (Figur 2).



Figur 2. Temperaturer sommaren 2013 i Solf.

Under perioden 1.5 till 31.8 regnade det 280 mm. Senare halvan av maj var helt fri från regn, vilket gjorde att vårbruket löpte bra och all jordbearbetning kunde utföras i optimala förhållanden. På grund av kombinationen av inget regn och den varma temperaturen i slutet av maj höll det på att bli för torrt på försöksfältet men den 1.6 kom en nederbörd på 32 mm som tillförde behövligt vatten. Under juni månad kom 128 mm regn och vetet led ingen brist på vatten. Under juli kom totalt bara 45 mm regn. I augusti kom 84 mm regn varav hela nederbördsmängden kom före den 17.8 varefter slutet av augusti var soligt och varmt. (Figur 3).



Figur 3. Nederbörd sommaren 2013 i Solf.

4.5 Provtagning och behandling av prover

Provtagningen av biomassan utfördes den 31.8.2013 och 1.9.2013 då vårvetet var i DC 91, skördemognadsstadiet. Provtagningen föregicks av två veckor uppehåll och spannmålsens fukthalt mättes till 17,3 % vid provtagningsstillfället. Från varje försöksruta klipptes 10 stycken delprov på 0,25 m². Det första provet togs 40 meter in i varje försöksruta och de resterande proven togs med 30 meters mellanrum genom att provtagningsramen sattes ner slumpmässigt, dock så att alltid fyra sårader togs med. Vid provtagningen togs hela grödan tillvara och klipptes av så nära marken som möjligt utan att ta med jord i provet (bild 3).



Bild 3: Klippning av biomassaprover. (Foto: Susanna Lindholm)



Bild 4: Torkning av biomassaprover.

Biomassaproverna placerades i tygkassar som märktes upp enligt försöksled, upprepning samt provnummer. Tygkassarna hängdes efter provtagning upp i ett varmt pannrum för att torka under två månaders tid (bild 4).

Inför vägningen av biomassaproverna flyttades proverna från tygkassarna till papperspåsar för att papperspåsarerna var viktmässigt mera jämförbara. Proverna vägdes på en digital hushållsvåg som väger med en grams noggrannhet. Vid omräkning av resultaten till hektarskörd innebar ett gram 40 kg.

Fyra slumpmässigt valda prover valdes ut och sluttorkades i ugn för att kontrollera fukthalten. Proverna torkades i en vanlig köksugn under två timmar i 100° C. Vägning före och efter torkning gav resultatet att vattenhalten i de lufttorkade proven i medeltal varit 3,06 % med en standardavvikelse på 1,71 procentenheter.

Resultaten från klippningen av vetets ovanjordiska biomassa behandlades i dataprogrammet Microsoft Excel. I Excel beräknades medelskörd, standardavvikelse, medelfel samt variationskoefficient enskilt för varje försöksruta samt för båda försöksleden. Resultatens statistiska tillförlitlighet kontrollerades genom att utföra ett t-test.

För att utreda om det förekom kvalitetsmässiga skillnader mellan försöksleden togs det från varje försöksruta även ett spannmålsprov i samband med tröskningen. Fältet tröskades den 4.9.2013 (bild 5). Först tröskades det bort 40 meter från båda ändorna av försöksrutorna för att få bort de delar av försöket som blev felbehandlade i samband med mangängödslingen. Därefter tömdes tröskans spannmålstank omsorgsfullt, varefter det tröskades en tre meter bred och 270 meter lång sträcka från mitten av försöksrutorna. Vid tanktömningen togs flera små delprov som tillsammans representerade hela försöksrutorna. På samma vis upprepades proceduren på de sju övriga försöksrutorna.

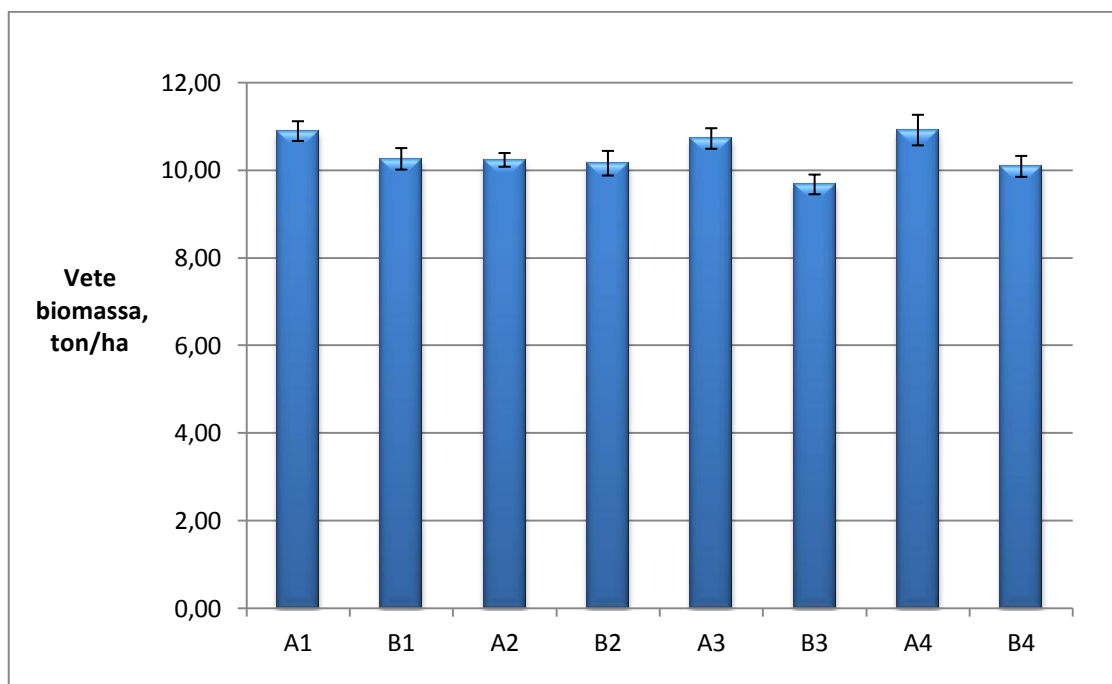


Bild 5. Försöksfältet den 4 september.

De åtta spannmålsproverna torkades i en vanlig köksugn på 75° C tills fukthalten understeg 14 %. Varefter proverna torkats skickades de iväg för analys. Vid analysering togs en såkallad foderanalys varvid fukthalt, stärkelse, protein samt hektolitervikt analyserades.

5 Resultat

De biomassaskördar som vårvetet gav skiljde mellan försöksrutorna. Figur 4 beskriver skillnaderna i biomassaskördarnas medeltal mellan försöksrutorna, uttryckt i ton/ha (lufttorr biomassa, 3,06 % vatten) samt medelfelet för samtliga rutor. Medelfelet anger resultatens noggrannhet, det vill säga inom vilket intervall det verkliga medelvärdet ligger. Ur figuren framgår att ledet som behandlades två gånger (led A), hade en högre medelskörd än ledet som behandlades en gång (led B) i samtliga upprepningar förutom i den andra upprepningen (A2). Fjärde upprepningen i ledet som behandlades två gånger (A4) var den försöksruta som med 10,91 ton/ha gav den högsta medelbiomassaskörden men det var även den försöksruta där spridningen var störst med en standardavvikelse på 1,10 ton/ha (bilaga 3). Standardavvikelsen är ett mått på spridningen och anger hur mycket enskilda mätvärden avviker från medelvärdet.



Figur 4. Biomassaskörden samt medelfel uttryckt i ton/ha för varje upprepning (A= Två behandlingar; B= En behandling).

Vid analys av försöksresultaten konstaterades skillnader i biomassavikternas medeltal mellan försöksleden. Två behandlingar med mangan (led A) gav en biomassaskörd på 10,69 ton/ha i medeltal med en standardavvikelse på 0,82 ton/ha. Medelbiomassaskörden vid en behandling med mangan (led B) uppgick till 10,04 ton/ha med en standardavvikelse

på 0,79 ton/ha. Därmed hade försöksled A som hade bladgödslats två gånger med mangan en 0,65 ton/ha högre biomassakörd än försöksled B i medeltal. Uttryckt i procent innebär det en skördeökning på 6,43 %. (Bilaga 3).

Variationskoefficienten anger standardavvikelsen i förhållande till medeltalet uttryckt i procent. Två behandlingar med mangan (led A) hade en variationskoefficient på 7,60 % medan en behandling (led B) hade 7,85 %. Ledet som hade behandlats två gånger (led A) hade därmed en marginellt mindre spridning inom ledet gällande skördenivån än ledet som behandlats en gång (led B), även om båda försöksleden var något ojämna. (Bilaga 3).

T-testet som utfördes för att säkerställa försökets statistiska tillförlitlighet gav ett p-värde på 0,000537. Eftersom p-värdet är lågt, 0,0537 % och långt under 5 % kan man konstatera att värdena har hög signifikans och därmed kan nollhypotesen förkastas. Med andra ord, skillnaderna mellan leden är tillförlitliga. (Bilaga 4).

På basen av skördenivån inom provtagningsrutorna gjordes en färganalys genom att provrutorna fick olika färg, ju mörkare färg desto högre skörd. Försöksfältet ligger i östvästlig riktning börjandes från provtagningspunkt ett (bilaga 5). Utgående från färganalysen kan man konstatera att skördenivån har en tendens att öka när man går mot västra änden av försöksfältet. Utgående från färganalysen kan man även konstatera att det inte inom försöket förekom några större områden med klart högre eller lägre skörd. (Figur 5).

Prov nr.	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4
10	11,08	11,36	10,56	11,12	10,04	9,52	10,84	9,72
9	11,20	9,72	9,84	10,92	12,28	10,52	11,32	10,40
8	12,12	10,32	10,76	9,88	11,40	9,16	11,68	11,56
7	11,16	11,68	9,92	9,12	11,08	10,36	8,64	9,36
6	11,00	10,08	10,44	10,08	9,96	10,12	11,52	9,92
5	9,80	10,32	9,96	10,80	10,60	10,52	12,04	10,84
4	10,20	10,12	10,48	11,12	10,12	8,68	10,96	10,20
3	11,00	9,00	10,08	8,80	10,08	9,72	12,12	10,28
2	9,92	10,20	9,32	10,60	10,60	9,52	9,64	8,92
1	11,40	9,76	10,96	9,12	11,04	8,60	10,36	9,64

Figur 5. Provtagningspunkternas skördenivå i ton/ha. Färgen representerar skördenivån, ju mörkare färg desto högre skörd.

Ur bilaga 6 framgår att båda försöksledens biomassaskördar har en ökande tendens när man går från provtagningspunkt 1 till 10. Dock kan man ytterligare konstatera att ökningen är större inom B-ledet som behandlades en gång.

Från varje upprepning togs även spannmålsanalyser. Analyserna gav inga tydliga skillnader gällande hektolitervikt eller proteininnehåll. Analyserna var för få till antalet för att ge statistiskt tillförlitliga skillnader mellan behandlingarna. Analysresultaten framgår ur bilaga 7.

På basis av försöksresultaten kan man göra en grov ekonomisk beräkning över manganbladgödslings lönsamhet. Om man utgår från försöksfältets medelkärnskörd som var 4300 kg/ha och utgår från att även kärnskörderna har ökat med 6,43 % får man en skördeökning på 277 kg/ha vid två manganbladgödslingar jämfört med en.

Utgår man från ett medelpris på vårvete av brödsäds kvalitet på 168 euro/ton ger det ett mervärde av 46,47 euro/ha. Drar man därifrån bort kostnaderna för den extra gödningen återstår en vinst på 26,52 euro/ha (moms 0 %). (Bilaga 8).

6 Diskussion

6.1 Avkastningsskillnader

Försökets syfte var att utreda om två manganbladgödslingar på vårmete hade någon skördehöjande effekt jämfört med en bladgödsling. En skördeökning av vetets ovanjordiska biomassa på 6,4 % är en ökning, om dock inte så stor. För en renodlad spannmålsodlare är visserligen endast kärnskörden av intresse. Dock kan man rimligtvis utgå från att kärnskörden har ökat i samma proportion som biomassan. Om kärnskörden hade skördats istället för biomassan hade man fått säkrare resultat men av praktiska orsaker provtogs biomassan i detta arbete.

Variationskoefficienten var aningen lägre i ledet som bladgödlades två gånger, det vill säga att ledet höll en jämnare skördenivå. Att ledet som endast bladgödlades en gång med mangan var ojämnare kan man tolka som att vetet ställvis kan ha lidit mera brist på mangan.

Med två manganbladgödslingar uppnådde man i detta försök en skördeökning av vetets ovanjordiska biomassa på 6,4 %. Om man utgår från att kärnskörden har ökat i samma proportion som biomassan är skördeökningen jämförbar med Carlgrens resultat från 1988. Carlgren uppnådde i sina bladgödslingsförsök 9 % högre kärnskörd med två bladgödslingar jämfört med en (Carlgren, 1988).

Ser man även på resultaten med 570 kg/ha högre kärnskörd som man uppnått på Gotland med manganbetning i havre (Gottfridsson, 2012) ligger vårt försök även i linje med dessa resultat. Eftersom Aasen (1997, s. 65) hävdar att kärnan försörjer grödan med tillräckligt med mangan fram till 2-bladsstadiet borde den utförda bladgödslingen i 2-3 bladsstadiet ersätta eller vara jämförbar med manganbetningens effekt. Bladgödslingen borde även vara effektivare än betningen eftersom det inte finns risk för fastläggning.

6.2 Förklarande variabler

Försöksfältet borde ha varit optimalt för detta fältförsök på grund av sitt höga mark pH-värde på 6,7. Fältets mullhalt med klassificering ”mullrik” och ”mycket mullrik” i kombination med vårplöjning borde även ha bidragit till en kraftig syresättning och därmed till en omfattande fastläggning av mangan. Trots detta förekom det under växtsäsongen

2013 mindre symptom på manganbrist på försöksfältet än vad det har gjort under tidigare år. Den bakomliggande orsaken till detta kan ha varit att det den 1 juni, tolv dagar efter sådd, kom en riklig nederbörd som kan ha resulterat i en lägre halt av syre i marken. Vid låg tillgång på syre återgår manganet i tillgänglig form för växten (Aasen, 1997 s.63).

Försöket lades upp som ett storskaligt blockförsök för att täcka in eventuella variationer inom fält. Den andra upprepningen i ledet som bladgödslades två gånger (A2) avvek klart från de andra upprepningarna med sin låga skördenivå. Orsaken till avvikelsen förblev oklart i detta arbete. Gemensamt för båda försöksleden var att skördenivån hade en ökande tendens när man gick från provtagningspunkt ett till tio. Bakgrunden till detta kan bero på att försöksfältets mullhalt ökar enligt samma mönster och med den ökande mullhalten stiger även markens kväveinnehåll (Riesinger, 2006 s. 29-31). Den ökande mullhalten kan även ha bidragit med en bättre struktur i form av porösare jord eftersom humus är strukturbildande (Riesinger, 2006 s. 42). Däremot borde en porösare jord med den ökade syretillgång, som en högre mullhalt medför, också ha bidragit med en mer omfattande fastläggning av mangan (Hyltén-Cavallius, 1995). Med andra ord verkar det i detta försök som om markstrukturen hade en större betydelse än den ökande manganfastläggningen, som den ökande syretillgången kan ha orsakat. Men en mojord är ändå ganska syrefattig trots en relativt hög mullhalt, jämfört med en mulljord. Därför är det troligt att mullhaltens positiva inverkan på markstrukturen och kväveinnehållet var de faktorer som bidrog till en högre skördenivå.

6.3 Olika bladgödselmedel

I den tre år långa försöksserien som utfördes på vårkorn i södra Sverige under åren 2004-2006 konstaterade man i en del av försöken att det förekom skillnader mellan gödselmedlens effekt, som högst var skillnaden 990 kg/ha år 2006 på Gotland. I försöket hade nolledet en skördenivå på 3370 kg/ha och manganbladgödslingarnas skördehöjande effekt låg mellan 1660-2650 kg/ha (Björk, 2006). Preparatet Norotec Mangan som användes i vårt försök var även med i den undersökning som Björk (2006) rapporterar om men figurerade där under ett äldre produktnamn, Microplan Mn ECO (Ascard, 2010 s.7). I försöksserien på Gotland uppnådde man 2006 en skördeökning på 2500 kg/ha med Microplan Mn ECO, detta gödselmedel placerade sig därmed bland de bättre preparaten (Björk, 2006). Hade bladgödselmedlet i vårt försök varit ett annat kan resultaten ha sett

annorlunda ut men utgående från de försöksresultat som Björk (2006) rapporterar om kan man anta att Norotec Mangan hör till ett av de mera effektiva bladgödslingsmedlen.

6.4 Tillförsel av mangan

För att manganet effektivt skall tas upp av växten vid bladgödsling bör besprutningen ske vid hög relativluftfuktighet, det vill säga tidig morgon eller sen kväll (Friberg, 2014). I vårt försök utfördes båda bladgödslingarna på morgonen vid svala temperaturer. Båda manganbladgödslingarna föregicks även av en liten nederbörd dagen före bladgödslingarna utfördes. Tack vare kombinationen av lätt regn dagen före besprutning samt besprutning vid hög luftfuktighet borde förutsättningarna för att manganet skulle tränga igenom bladens ytskikt och tas upp av växten ha varit goda. Det faktum att även vätmedel tillsattes och att ett sulfatpreparat och inte kelat användes borde även ha bidragit till ett effektivt upptag av mangan (Friberg, 2014).

Manganbladgödsling är ett billigt och effektivt sätt att häva en manganbrist. Speciellt förmånligt är det i kombination med andra växtskyddsåtgärder eftersom gödselmedlet har en relativt låg kostnad per hektar. Utförs gödslingen däremot som ensam åtgärd så som i detta försök, blir behandlingen genast dyrare. Med nuvarande prisnivåer nådde man i detta försök vid två manganbladgödslingar på vårvede jämfört med ett bladgödslingstillfälle grovt räknat en vinst på 26,50 euro/ha (bilaga 8). Sett per hektar uppfattas kanske vinsten inte som så stor men i dagens ekonomiskt ansträngda lantbruk är all vinst välkommen och sett ur ett större perspektiv med fler hektar blir vinsten genast mer betydande.

7 Slutsatser

Försökets hypotes var att en upprepad tillförsel av mangan ökar växtens manganupptag och därmed även avkastningen. I detta försök på vårmete besannades hypotesen i och med att det led som bladgödslades två gånger hade en 6,4 % högre biomassaskörd än det led som tillfördes bara en bladgödning. Resultaten konstaterades vara statistiskt tillförlitliga.

I och med att fältförsöket genomfördes i fyra upprepningar med tio provtagningar per upprepning över hela fältet bör resultaten vara representativa för fältet ifråga. I försöket hade det varit intressant om kärnskorde hade kunnat mätas istället för biomassaskörden och därmed fått klara resultat hur mycket kärnskorde ökat. Man kan dock anta att kärnskorde påverkats procentuellt på samma sätt som biomassaskörden.

I detta försök fanns inget nolled eftersom det i många tidigare försök har konstaterats att manganbladgödning har skördehöjande effekt vid konstaterad brist. Dock hade det i efterhand ändå varit intressant att veta vad skörden på försöksfältet hade varit i ett nolled. Försöket kunde även ha utvidgats med en tredje manganbladgödning i samband med sjukdomsbekämpningen som utfördes under stråskjutningen, för att se om ytterligare skördeökning hade gått att uppnå.

Eftersom manganbrist är ett problem som påverkas av så många flera faktorer än markens pH-värde och mullhalt är det svårt att på basen av ett enda försök säga om det ekonomiskt sett är motiverat att regelmässigt gödsla med mangan i flera omgångar. Men såvida förhållandet mellan spannmålspriset och kostnaden för bladgödslingen inte försämras nämnvärt från dagens prisnivå kan det vara värt att överväga en upprepad manganbladgödning på fält med konstaterad manganbrist.

Man bör komma ihåg att dessa resultat uppnåddes i ett försök, på en gröda samt på ett specifikt fält under de förhållanden som rådde under sommaren 2013. För att få tillförlitliga resultat bör försöket upprepas under flera år och på olika platser.

Källförteckning

Aasen, I. (1997). *Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyringer hos kulturplanter*. (2. uppl.). Otta: Landbruksforlaget.

Anttila-Lindeman, H. (2014). Mangaanin puute leikkaa parhaiden peltojen satoja. *Maatilan Pellervo*, (3), s. 40-44.

Ascard, J. (2010). *Gödselmedel för ekologisk odling 2010. Specialgödselmedel och stallgödsel*. Jönköping: Jordbruksverket..

http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST03-07/UST03-07P2.PDF
(Hämtat: 5.3.2014).

Avenakauppa (2014). *Avenas grundpriser*.

<https://www.avenakauppa.fi/Forms/Ostohinnat.aspx> (Hämtat: 5.2.2014)

Björk M. (2006). *Mangangödsling till vårkorn*.

<http://www.animaliebaltet.se/F%C3%B6rs%C3%B6ksrapport/2006/Mangang%C3%B6dsling%20till%20v%C3%A5rkorn.pdf> (Hämtat: 3.2.2014).

Carlgren K. (1988). *Bladgödsling med mangan i kärl och fältförsök*.. Rapport 171.

Institutionen för markvetenskap, avd. för växtnäringslära. Uppsala: SLU.

http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport_vaxtnaringslara/RVN171/RVN171.HTM
(Hämtat: 13.2.2014)

Carlgren, K. (1987). Mangan - ett "tungt" mikronäringsämne. *Fakta - Mark/växter*, (13).

http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/fakta_mark_vaxter/FMV87-13/FMV87-13.HTM
(Hämtat: 8.1.2014)

Farmit (2014). *Mangaanin merkitys kasvissa*.

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteiden-merkitys-ja-otto/mangaani>
(Hämtat: 11.1.2014)

Farmit (2014). *Mangaanin puutosoireet näkyvät ensin nuorissa lehdisissä*.

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/mangaani-2/mangaanin-puute>
(Hämtat: 11.1.2014)

Friberg, L. (2014). Konsten att ta upp mangan. *Arvensis*, (1), s. 20-21.

- Fågelfors, H. (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. Borås: Natur och kultur/ LTs förlag.
- Gottfridsson J. (2012). Säkrare start med mikronäringsbetat utsäde. *Arvensis*, (1), s. 21.
- Graham, R.D. Hannam, R.J. & Uhren, N.C. (eds.) (1988). *Manganese in Soil and Plants*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hyltén-Cavallius, I. (1995). *Mangan - ett viktigt mikronäringsämne*. *Växtpressen*, Nr.1 .
http://www.vaxteko.nu/html/sll/hydro_agri/vaxtpressen/VPN95-1/VPN95-1L.HTM
(Hämtat: 8.1.2014)
- Kangas A. & Kauppila K. (2005). Viljojen maangaani puutetta kannattaa torjua. *Koetoiminta ja käytäntö*, (4) s. 3-5. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n04s03b.pdf> (Hämtat: 1.2.2014).
- Lantbruksskalendern 2014 (2013). *Entreprenadpriser*. Helsingfors: Svenska Lantbrukssällskapens Förbund.
- Mahler, R.L, Li, G.C & Wattenbarger. (1992). Manganese relationships in spring wheat and spring barley production in Northern Idaho. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, (23, 15 & 16), 1672-1673.
- Mengel, K. & Kirkby, E.A. (eds). (1987). *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute. Bern.
- Riesinger, P. (2006) *Grunder för ekologisk växtodling. Del I Marken*. Karis.: Eget förlag
- Riesinger, P. (2006). *Grunder för ekologisk växtodling. Del II Växnäring*. Karis: Eget förlag.
- Söderby entreprenad (2013), *Mangan*. <http://www.soderbyentreprenad.fi/mangan.htm>
(Hämtat: 5.2.2014)
- Yara (2013). *Gödslingsguide 2013-2014. Bladgödsling*.

Bilaga 1.

Skördeeffekter på havre vid olika metoder att tillföra mangan. Resultat från Laihela 2005.
(Kangas & Kauppila, 2005).

Gödsling	Mn kg/ha	Skörd kg/ha	Bristsymptom 0-100
Ingen mangangödsling	0	5300	31
Mangannäring, startgödsel i utsädesraden	2,5	+ 130	16
Mangansulfat, besprutning av växten	2,5	+ 460	9
Spårämnes Y-gödsel	1,5	+ 250	5

Bilaga 2.

Kalkonstallgödselanalys utförd 31.3 2009.

Kalkonstallgödselgödselanalys, innehåll kg/m³					
Total N	Vattenlösligt N	P	Vattenlösligt P	K	Vattenlösligt K
3,6	1,3	1,7	1,7	1,9	1,9

Bilaga 3.

Försöksrutornas ovanjordiska vete biomassaskördar uttryckt i ton/ha vid fukthalt 3,06 % samt medelskörd, standardavvikelse, medelfel och variationskoefficient skilt angivet för varje upprepning samt försöksled. (A= Två behandlingar; B= En behandling)

Prov nummer	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4
10	11,08	11,36	10,56	11,12	10,04	9,52	10,84	9,72
9	11,20	9,72	9,84	10,92	12,28	10,52	11,32	10,40
8	12,12	10,32	10,76	9,88	11,40	9,16	11,68	11,56
7	11,16	11,68	9,92	9,12	11,08	10,36	8,64	9,36
6	11,00	10,08	10,44	10,08	9,96	10,12	11,52	9,92
5	9,80	10,32	9,96	10,80	10,60	10,52	12,04	10,84
4	10,20	10,12	10,48	11,12	10,12	8,68	10,96	10,20
3	11,00	9,00	10,08	8,80	10,08	9,72	12,12	10,28
2	9,92	10,20	9,32	10,60	10,60	9,52	9,64	8,92
1	11,40	9,76	10,96	9,12	11,04	8,60	10,36	9,64
Medel	10,89	10,26	10,23	10,16	10,72	9,67	10,91	10,08
Standardavvikelse	0,715	0,776	0,495	0,890	0,743	0,712	1,103	0,756
Medelfel	0,226	0,245	0,156	0,281	0,235	0,225	0,349	0,239
Variationskoefficient	6,571	7,565	4,833	8,759	6,930	7,356	10,108	7,492

Led	Medel	Standardavvikelse	Medelfel	Variationskoefficient
A	10,69	0,812	0,128	7,60
B	10,04	0,788	0,125	7,85
Skördeökning ton/ha	0,65			
Skördeökning %	6,43			

Bilaga 4.

Resultat från t-test utfört i Excel.

t-test: Två sampel antar olika varianser		
	A	B
Medelvärde	10,688	10,042
Varians	0,659381	0,620714
Observationer	40	40
Antagen medelvärdesskillnad	0	
fg	78	
t-kvot	3,611117	
P(T<=t) ensidig	0,000269	
t-kritisk ensidig	1,664625	
P(T<=t) tvåsidig	0,000537	
t-kritisk tvåsidig	1,990847	

Bilaga 5.

Försöksrutornas och provtagningspunkternas utplacering. Bokstav och nummer anger försöksled samt upprepning. Siffrorna 10-1 anger provtagningspunkt.

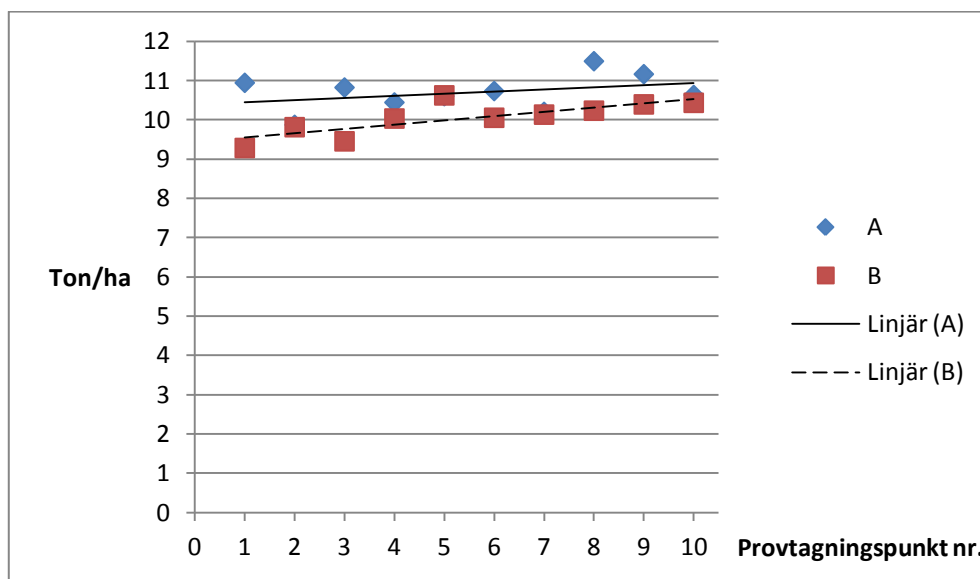
B4											
A4											
B3											
A3											
B2											
A2											
B1											
A1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

← Väster

Öster →

Bilaga 6.

Punkterna beskriver medelskörden för varje provtagningspunkt inom försöksled A och B. Trendlinjerna beskriver skördetrenden inom försöksleden. (A= Två behandlingar; B= En behandling)



Bilaga 7.

Resultat från spannmålsanalys. (A= Två behandlingar; B= En behandling)

	Fukt-%	Protein	HI-vikt	Stärkelse
A1	12,2	13,4	78,3	68,3
B1	12,1	14,4	78,5	67
A2	11,8	13,6	78,6	68,7
B2	11,9	13,1	78,6	68,7
A3	12,5	12,9	78,3	68,9
B3	12	14,8	78,8	67,5
A4	11,6	14,1	78,6	67,5
B4	11,7	13,3	78,5	68,6
Medel A	12,03	13,5	78,45	68,35
Medel B	11,93	13,9	78,6	67,95

Bilaga 8.

Kalkyl över upprepad manganbladgödslings lönsamhet jämfört med en gödsling.

Skörd, ton	Ökning, %	Totalskörd, ton	Skördeökning, ton	Ökningens värde, €	Merkostnad, €	Vinst, €
4,3	6,43	4,577	0,277	46,47	19,95	26,52
Priser: Mangan 3,95 €/l (Söderbyentreprenad, 2013). Sprutning 16 €/ha (Lantbrukskalendern, 2014, s. 299). Vete 168 €/ton leverans Seinäjoki (Avenakauppa, 2014). Alla priser innehåller moms 0 %						