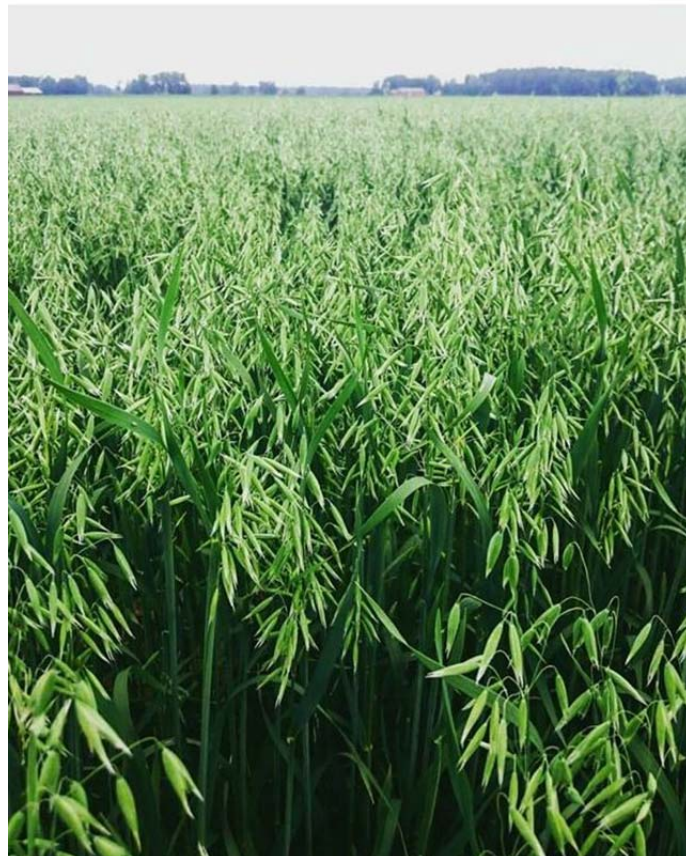


Varierad utsädesmängd i stråsäd – texturens påverkan på skörd, utveckling och kvalitetsvariabler

*Varied seed rate in cereals – the texture's impact on harvest,
crop development and quality variables*

Oskar Gustafsson



Varierad utsädesmängd i stråsäd – texturens påverkan på skörd, utveckling och kvalitetsvariabler

Varied seed rate in cereals – the texture's impact on harvest, crop development and quality variables

Oskar Gustafsson

Handledare: Johanna Wetterlind, institutionen för mark och miljö, SLU

Examinator: Bo Stenberg, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i markvetenskap – magisterarbete

Kurskod: EX0728

Program/utbildning: Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Kursansvarig institution: mark och miljö

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: foto författaren 2016

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2018:20

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: plantuppkomst, plantutveckling, inomfältvariationer, platsspecifik, kvalitetsvariabler

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

SAMMANFATTNING

Utvecklingen inom svenskt lantbruk går snabbt framåt och utnyttjandet av precisionsodling blir allt vanligare. Att göra rätt insats vid rätt tidpunkt och på rätt plats är något som allt mer eftersträvas hos lantbrukare för att förbättra ekonomin i odlingen såväl som att nå rätt kvalitet på avsalugrödor. Detta arbete har till syfte att undersöka hur man skall variera utsädesmängden efter texturen i marken. Detta genomfördes genom ett pilotprojekt i havre där olika utsädesmängder såddes i försöksrutor på ett fält med varierad lerhalt. Försöket skulle visa om det fanns några skillnader i uppkomst, utveckling, skörd eller kvalitet och om den skillnaden gick att korrelera till variationerna i textur inom fältet. Förhoppningen var att genom undersökningen få svar på huruvida utsädesmängden kan minskas på lättare jordarna utan att riskera en lägre skörd eller sämre kvalitet på slutprodukten. Arbetet innefattade även att göra en litteraturgenomgång på såväl svensk som utländsk litteratur som berör varierad utsädesmängd. Resultatet från försöket och litteraturstudien visade på ett det finns ett visst underlag för att använda texturen i marken för att variera utsädesmängden. Det fanns en skillnad mellan uppkomst och plantutveckling på de olika jordarna. Med en högre plantuppkomst på lättare jordar och lägre på leriga partier. Det fanns även skördekvantiteter som skiljde sig mellan de olika utsädesmängderna. Däremot gick det inte att signifikant skilja skörd mellan olika utsädesmängder eller på olika jordarter. Utifrån försöket kan inte en specifik utsädesmängd bestämmas som är optimal för en viss textur i marken. Men det är tydligt att det finns skillnader mellan provplatserna och att dessa skillnader sannolikt kan härledas till texturen. Tanken var att kompensera sämre uppkomst på lerjorden med att öka utsädesmängden men det torra året gjorde att lerjordarna hade fördelen att kunna hålla vatten bättre än sandjordarna och att det kan ha påverkat resultatet. Med stöd av både försöket och litteraturen kan anses att det finns fördel att variera utsädesmängden efter variation i textur. Men att den variationens utformning måste fastställas genom fler studier och försök.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Kan varierad utsädesmängd bestämma skörd och kvalitet?

Att vara lantbrukare idag är förknippat med hög arbetsbörda, höga krav på produktionen och ofta små ekonomiska marginaler. Senaste årens tekniska utveckling inom lantbrukssektorn ger större förutsättningar för att anpassa rätt åtgärd, till rätt plats och vid rätt tidpunkt. Genom att anpassa utsädesmängden efter variationer i marken inom ett fält kan man påverka kvaliteten på spannmålsskörden. Men för att öka skördarna får man utifrån resultaten i detta försök fortfarande förlita sig till att optimera kvävetillförseln och att det finns tillräckligt med vatten för att bära fram skörd.

Ett pilotförsök i havre, finansierat av Precisionodling Sverige (POS), pågick under sommaren och hösten 2016. I försöket har texturen i marken och utsädesmängden undersökts för att se hur det påverkar skörden, plantutvecklingen och kärnsammansättningen. Försöket utfördes på en gård i Västra Götaland där olika utsädesmängder såddes på två försöksplatser inom samma fält med olika lerhalter. Uppföljning av plantornas utveckling skedde löpande under sommaren fram till tröskningen i augusti. Därefter utfördes kärnanalyser och bearbetning av data med statistiska hjälpmedel.

Resultatet visade att lantbrukare med fördel kan minska eller öka utsädesmängden beroende på variationerna i marken inom ett fält. Detta för att påverka skördens kvalitet och kärnsammansättningen men att en liten effekt kunde mätas på själva spannmålsskörden. Resultatet kan användas för att öka lönsamheten för lantbrukaren genom att spara in på utsädeskostnader. Lantbrukaren kan säkerställa att de höga krav som samhället och marknaden ställer på kvaliteten på råvarorna uppnås. Detta arbete visar med tydlighet att det finns värde i att variera utsädesmängden efter fältvariationer och till hur man skall anpassa utsädesmängder efter dessa variationer inom ett fält.

Arbetet faller rätt i tiden då samhällskraven ökar på vår livsmedelsproduktion och utvecklingen inom lantbruk sker snabbt med en allt större teknisk utveckling. Det finns även ett allt större intresse från lantbrukare att utnyttja den nya tekniken för att öka lönsamheten och förbättra sin produktion. Forskningen går snabbt framåt och det är viktigt både för lantbrukare så väl som för samhället att lyckas följa med i utvecklingen även i praktiken. Förhoppningen är att detta arbete kommer till nytta såväl för fortsatt forskning i ämnet som inom den praktiska odlingen. Det krävs kunskap kring hur utsädesmängden ska varieras inom fält för att få högre odlingssäkerhet, större skördar och säkrare kvaliteter på produkterna.

SUMMARY

The development in Swedish agriculture is rapidly advancing and the use of precision cultivation is becoming more common. Making the right things at the right time and in the right place is something that is increasingly sought by farmers to improve the growth of the crop as well as to achieve the right quality of yield. The purpose of this work is to investigate how to vary the seed amount after the soil texture. This was carried out through a pilot project in oats where different seed quantities were seeded in test panes on a field of varied clay content. The experiment would show if there were any differences in plant numbers, development, or quality, and if those differences correlated to the variations in texture within the field. The hope was that the study would give answers to whether the amount of seed can be reduced on lighter soils without risking a lower yield or poorer quality of the end product. The work also included making a literary review of both Swedish and foreign literature related to varied seed quantities. The results of the experiment and the literature study showed that there is a certain basis for using the soil texture to vary the amount of seed. There was a difference between emergence and plant development on the different soil types. With a higher plant emergence on lighter soils and lower with higher clay content. There were also harvest qualities that differed between the different crops. On the other hand, there was no significant difference in yield between different seeding amount or different soil types. Based on the experiment, a specific seed amount could not be determined that is optimal for a certain texture in the soil. However, it is clear that there are differences between test sites and that these differences are likely to be derived from the texture. The idea was to compensate for poorer plant emergence on the clay soil, increasing the amount of seed, but the dry year meant that the clay soils had the advantage of being able to keep water better than the sand soils and that might have affected the result. Based on both the field trial and the literature study, it can be concluded that there is an advantage to vary the amount of seed after variation in texture. But the design of this variation must be determined by more studies and field trials.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning.....	1
2 Syfte och Frågeställningar.....	3
3 Material och metod	4
3.1 Litteraturstudie.....	4
3.2 Fältförsök	4
3.2.1 Grunddata.....	4
3.2.2 Design och gradering av försöken	6
3.2.3 Statistik analys	8
4 Litteraturstudie	8
4.1 Bestämna utsädesmängd.....	8
4.2 Faktorer som styr den optimala utsädesmängden	9
4.2.1 Såtid	10
4.2.2 Kvävegödsling	11
4.2.3 Ogräs.....	12
4.2.4 Klimat	13
4.2.5 Jordart	13
4.2.6 För låg / hög utsädesmängd	14
4.3 Varierad utsädesmängd med precision odling.....	14
4.3.1 Variera efter textur.....	15
4.4 Kvalitetsparametrar.....	16
4.4.1 Protein.....	17
4.4.2 Stärkelse.....	17
4.4.3 NDF och Råfett.....	18
5 Resultat och diskussion Fältförsök	19

5.1 Analys av plant, skott och ax räkningar	19
5.2 Analys av NIT resultat	21
5.2.1 Skörd.....	21
5.2.2 Protein.....	22
5.2.3 Stärkelse.....	23
5.2.4 Rymdvikt	23
5.2.5 NDF och Råfett.....	23
5.3 Ekonomisk beräkning	24
5.4 Svagheter i försöksupplägget.....	24
6 Slutsatser	26
7 Tack	27
8 Referenser	28
9 bilagor.....	31

1 INLEDNING

Lantbrukare står idag inför komplexa frågor, där varje beslut på fälten leder till alternativa vägar och resultat (Aubert *m.fl.*, 2012). Det traditionella synsättet att behandla ett helt fält som en homogen enhet är ofta direkt felaktigt. Det resulterar i en suboptimal användning av resurser, där grödans utveckling och avkastning är beroende av en mängd olika faktorer som kan ha betydande variationer inom samma fält (Adamchuk *m.fl.*, 2004). För att kunna hantera fälten som heterogena enheter krävs utrustning och kunskap som kan erhålla och tolka platsspecifik information på ett snabbt, enkelt och effektivt sätt för att kunna fatta genomarbetade beslut. De senaste årens snabba tekniska utveckling har resulterat i en radikal förändring i arbetsmönster och beslutsfattande hos lantbrukare. Som en följd av detta blir varje beslut allt mer komplext och allt fler små justeringar kan göras för att förbättra statusen ekonomiskt eller kvalitetsmässigt på gårdarna (Fountas *m.fl.*, 2015). Lantbrukare måste inte bara välja mellan olika typer av produktionsalternativ, så som djur eller inga djur alternativt ekologiskt eller konventionellt, utan även hur ny teknik och vetenskap skall utnyttjas inom den specifika produktinriktning som valts för att maximera den ekonomiska lönsamheten i företagen. Ett steg i den utvecklingen är att använda så kallad precisionsodling (PA) i en större utsträckning. Genom att använda sig av PA utför lantbrukare aktivt åtgärder för att anpassa insatser efter rumsliga och tidsmässiga variationer inom ett fält (Zhang *m.fl.*, 2002), eller enklare uttryckt rätt åtgärd, på rätt plats, vid rätt tidpunkt (Gebbers & Adamchuk, 2010). PA används idag inom lantbrukssektorn för att öka effektivitet, förbättra ekonomin och minska näringsläckage (Aubert *m.fl.*, 2012).

Att variera utsädesmängden efter inomfältsvariationer diskuteras allt mer sedan möjligheten att variera utsädesmängden efter teknik som styrfiler och elektronisk kommunikation enkelt kan appliceras till nyare såmaskiner (Gustavsson, 2015). Valet av utsädesmängd bestäms främst av gröda, sortval, såtidpunkt, radavstånd, textur och klimat. Av dessa är det endast texturen som varierar inom fält förutsatt att ingen bevattning sker, medan resten kan anses vara konstanta på ett och samma fält. Därför blir texturen den variabel som är relevant att variera efter (Heege, 2013). I gamla svenska försök har utsädesmängden studerats i många avseenden men det har egentligen aldrig specifikt behandlat olika texturer på samma plats. De gamla försöken kan därför inte ge en tydlig vägledning om hur utsädesmängden skall varieras inom samma fält som uppvisar skillnader i textur. I de flesta lantbrukssystem så finns det ett stort antal faktorer som varierar eller kan behövas variera på samma fält (Heege, 2013). Sjukdomstryck, ogrässtryck, kvävegödsling, radavstånd och klimat för att nämna några har alla betydelse för hur utsädesmängden bestäms. De rådande förhållandena i fält och valet av utsädesmängd kan även påverka kvalitetsvariabler i stråsädeskärnor och är därför av intresse att undersöka (Zecevic *m.fl.*, 2014).

Därför krävs det inte bara en noggrann genomgång av både den svenska och utländska försök- och forskningsunderlag rörande varierad utsädesmängd som finns att tillgå. Det skulle även behövas utföra och analysera ett fältförsök med textur i fokus. Med det som utgångspunkt har ett pilotförsök genomförts där utsädesmängden varierats på två försöksplatser inom ett fält på Entorp, Västra Götaland med stora inomfältsvariationer i textur. I försöket undersöks de eventuella skörde- och kvalitetsparametrar som kan skilja mellan de olika utsädesmängderna på de två olika jordarter.

2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Tekniken finns idag redan för att variera utsädesmängden efter textur i marken men mindre information finns om hur variationen skall skilja sig inom fält. Därför är syftet med uppsatsen att undersöka hur utsädesmängden kan varieras inom fält utefter texturen i marken. För att uppnå det krävs en noggrann genomgång av svensk och utländsk litteratur som rör varierad utsädesmängd för att kunna skapa ett bredare underlag och en djupare förståelse för hur lantbrukare effektivt kan variera utsädesmängden efter variationer inom samma fält. För att mer specifikt undersöka korrelationen mellan utsädesmängd och textur krävs förståelse i praktiken. Därför har ett pilotprojekt, finansierat av Precisionodling Sverige (POS), genomförts rörande varierad utsädesmängd i havre på olika lerhalt i samband med detta arbete. Försöket skulle visa om det fanns några skillnader i uppkomst, utveckling, skörd eller kvalitet och om den skillnaden gick att korrelera till variationerna i textur inom fältet. Förhoppningen var att genom undersökningen få svar på huruvida utsädesmängden kan minskas på lättare jordarna utan att riskera en lägre skörd eller sämre kvalitet på slutprodukten.

Den teoretiska delen görs till förmån för framtida forskningsprojekt och till stöd för lantbrukare som vill variera utsädesmängden på sina åkermarker.

Specifika frågeställningar att besvara:

- Hur skiljer sig uppkomst, avkastning och skördekvalitet;
 - o Mellan olika utsädesmängder?
 - o Mellan en lerig och en sandig provplats?

3 MATERIAL OCH METOD

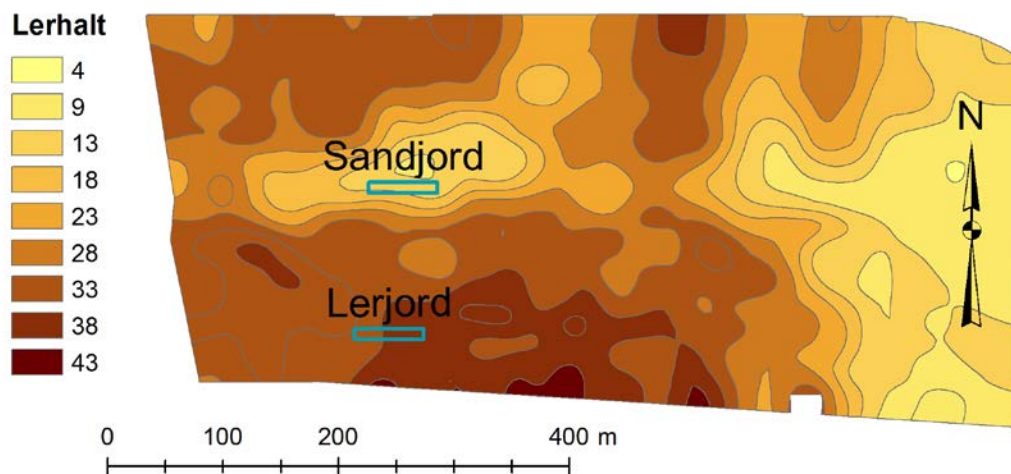
3.1 Litteraturstudie

Uppsatsen består av en litteraturstudie kring hur och på vilket sätt utsädesmängden kan varieras efter olika faktorer samt hur densamma kan varieras efter inomfältsvariationer. Materialet till uppsatsen samlades in genom böcker, rapporter och vetenskapliga artiklar från i huvudsak databaser via SLU:s bibliotek. I viss mån har även informationen tagits från internetsidor och material från Lantmännen och Jordbruksverkets material riktat mot rådgivare och lantbrukare.

3.2 Fältförsök

3.2.1 Grunddata

Fältförsöket utfördes på Entorp ca 1.5 mil utanför Skara i Västergötland. Utgångspunkten för fältförsöket var att så havre på två olika platser inom ett fält (figur 1). Platserna representerade två olika såbäddsförhållanden där det norra försöket (ref Sandig) hade en lägre lerhalt än det södra försöket (ref Lerig). Det gjorde att försöket kunde utformas till att texturen skulle vara den avgörande faktorn.



Figur 1. Lerhaltskarta med Norra och Södra försöksplatserna utmärkta. Bilden visar en tydlig skillnad mellan försöksplatserna, där de ljusare partierna representerar en lägre lerhalt.

Fältet är ca 25 ha stort och förfrukten var Höstvete Ellvis. Lantbrukaren hade totalt lagt på 117 kg N/ha på fältet i form av NPK 22-6-6, Axan 27-4 och Kalksalpeter spridda vid 3 olika tillfällen 22 april, 11 maj och 6 juni. Fältet var även behandlat mot ogräs med Ariane S 28 maj, och mot insekter med Mavrik 2F den 11 juni.

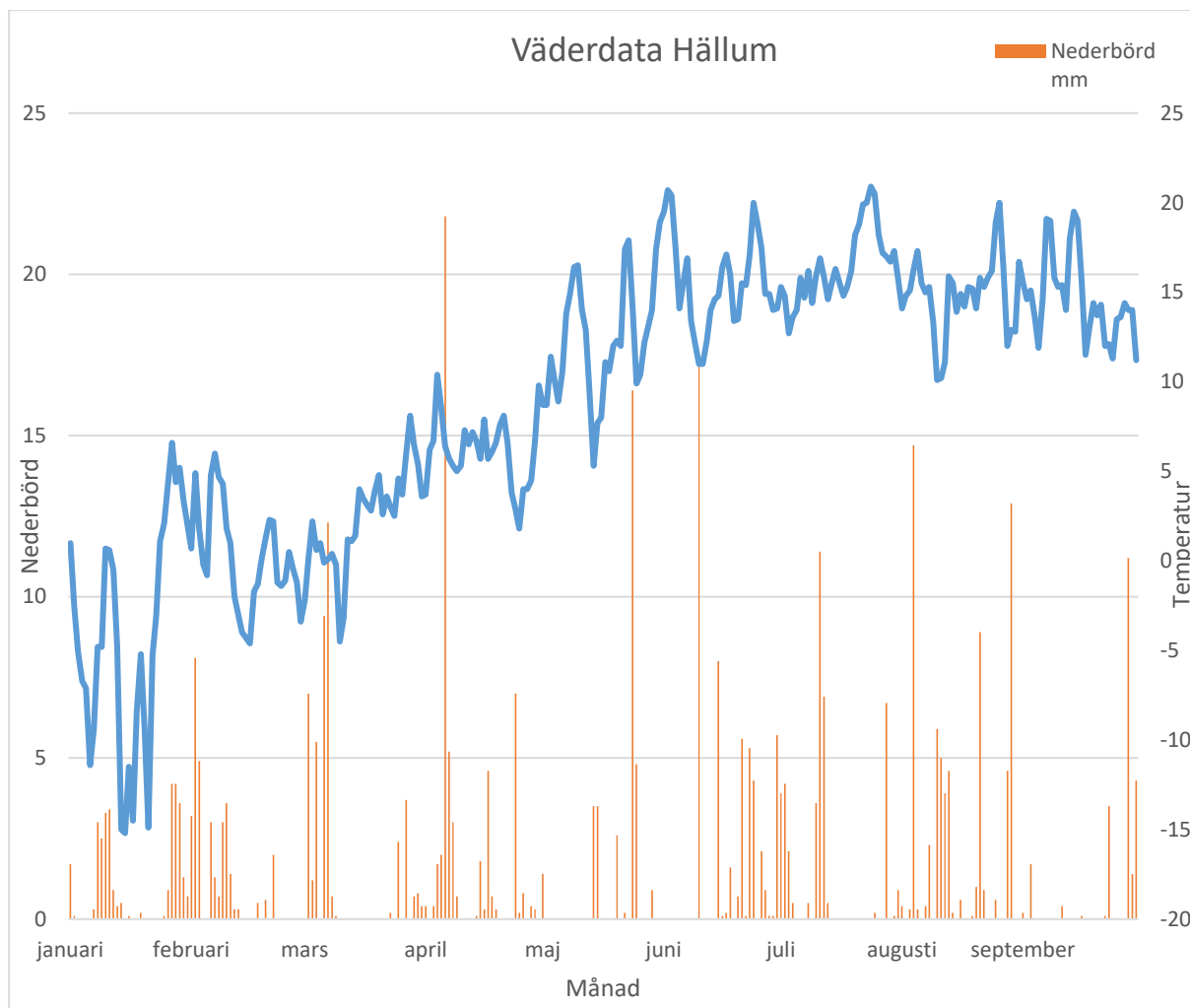
Ett generalprov i matjorden analyserat på jordart och lättlösliga växtnäringsämnen gjordes på de två platserna för att fastställa jordart, textur och eventuellt andra skillnader mellan de två

jordarna som kunde användas för att besvara försöksresultaten. Den främsta skillnaden mellan de två platserna var som förväntat en skillnad i textur med en betydligt högre lerhalt på den södra försöksplatsen, medan mullhalten var relativt lika. Den andra stora skillnaden mellan platserna var en högre magnesiumhalt i den leriga jorden. Den norra försöksplatsen klassificeras som en något mullhaltig lerig sand, medan den södra klassificeras som en måttligt mullhaltig mellanlera. Det fullständiga analysresultatet av generalprovet kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Analysresultat för två generalprov på jordar på de båda försöksplatserna.

Jordprov	Enhet	Norra	Södra
pH		6,5	6,7
P-AL	mg/100g lufttorkat	8,8 (IVA)	6,5 (III)
K-AL	mg/100g lufttorkat	13 (III)	12 (III)
Mg-AL	mg/100g lufttorkat	2,7	18
K/Mg kvot		4,8	0,7
Ca-AL	mg/100g lufttorkat	100	240
Mullhalt	%	2,4	3,0
Lerhalt	%	11	37
Sand grov mo	%	72	22
Jordart		nmh ISa	Mmh ML

Vädret under växtsäsongen på Entorp följdes genom att använda rådata från SLU:s väderstation i Hällum (figur 2). Som underlag användes även SMHI för att tolka årets växtodlingssäsong (SMHI, 2016). Genomsnittsåret baseras på mätningar sedan 60-talet fram till 2016. Våren kom tidigt och var förhållandevis varm med enstaka kraftiga nederbördsdagar. Försommaren var förhållandevis torr. Sommaren var varm med en medeltemperatur på 1 grad högre än genomsnittsåret. Nederbörden under sommaren var lägre än genomsnittsåret. Det var inga ihållande regn i området med ett fåtal ordentliga regnskuror under perioden och det fanns risk att växterna led av brist på vatten från och till under växtsäsongen.



Figur 2. Klimatrådata hämtades från Hällum väderstation i närheten av försöksfältet från lantmäteriet hemsida (<http://www.ffe.slu.se/lm/LMHome.cfm?LMSUB=1>).

3.2.2 Design och gradering av försöken

Försöket lades ut och genomfördes enligt de föreskrifter som beskrivits i Andersson (2009). De lades ut med lantbrukarens egen såmaskin i en romersk kvadrat. Det är ett försöksupplägg där n rader och n kolumner läggs ut så att varje led endast förekommer en gång i varje rad och kolumn (Nationalencyklopedin, 2016a). Detta för att undvika effekt av eventuella systematiska variationer mellan försöksrutorna på försöksplatsen.

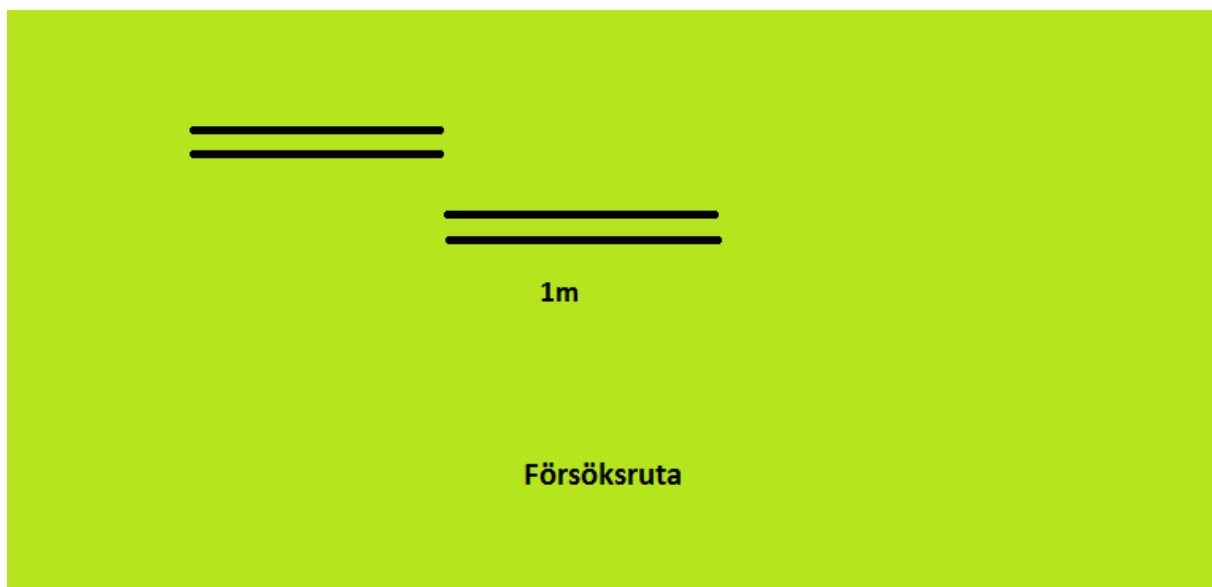
Försöket lades i tre intilliggande sådrag på två platser i samma fält (figur 3). I varje sådrag varierades utsädesmängden efter tre nivåer, Full utsädesmängd (A), $2/3$ utsädesmängd (B) och $1/3$ utsädesmängd (C). Varje ruta var ca 20x3 meter.

På fältet såddes havresorten Galant, med en tusenkornvikt på 42 g och en grobarhet på 96%. Fältet såddes 22 april 2016. Utsädesmängden baserades på full utsädesmängd i led A på lerjorden enligt normal rekommendation för området, med ett radavstånd av 12-12.5 cm.

A	B	C	SÅDRAG	190 kg/ha
B	C	A	SÅDRAG	127 kg/ha
C	A	B	SÅDRAG	63 kg/ha

Figur 3. Försöksupplägg med utsädesmängder.

Graderingar utfördes på två ställen i varje ruta i två intilliggande sårader av total fyra löpmeter med en meter i varje rad (figur 4). Dessa lades fast och uppmärktes vid första graderingen. Graderingarna gjordes en bit in i fältet för att motverka eventuella kanteffekter.



Figur 4. Visualisering av graderade rader i en försöksruta.

Graderingar av plantantal, skottantal och antal tröskade ax gjordes vid följande tidpunkter i samtliga rader;

- DC 13-15 (3 -blad utvecklade) = Planräkning (3 maj)
- DC 59 (hela axet ur holk) = Skotträkning (28 juni)
- Skörd (kärnmognad) = Axräkning (17 augusti)

Vid skörd klipptes vippbärande skott i de graderade raderna och resulterande spannmål tröskades sedan för hand i ett mobilt tröskverk på Lanna försöksstation, Västergötland. Spannmålskärnorna från varje försöksruta analyserades sedan för skörd och kvalitetsparametrar med nära infraröd transmittans (NIT) metod med en InfratecTM maskin. Kärnorna analyserades för kärnskörd, rymdvikt, stärkelse, protein, råfett, NDF och kväve. Där proteinhalten bestämdes genom kvävehalt * N-faktor (6,25).

3.2.3 Statistik analys

ANOVA analys är en statistisk metod för att analysera och bestämma variationen inom data set med flera olika variabler (Nationalencyklopedin, 2016b). Flera ANOVA tester genomfördes för att analysera skillnader i gradering, skörd och kvalitetsparametrar mellan de två försöksplatserna och leden. I försöket testades nollhypotesen, H_0 , att det inte var någon skillnad mellan försöksplatserna eller mellan utsädesmängderna i relation till kvalitetsvariablerna plantantal, axantal, antal tröskade ax, skörd, protein, rymdvikt, stärkelse, råfett och NDF. Signifikansnivån (p) sattes till 5 % (0.05) i samtliga tester.

Försöket betraktades som en romersk kvadrat då alla led finns i alla rader och i alla kolumner (Forkman, 2016). I vilket det för att skatta variansen antagits att de två platserna hade lika stor variation. Detta för att kunna behandla försöket som ett enda försök med två olika platser, tre rader per plats och tre kolumner per plats. Vilket resulterade i att blockbegreppet inte användes.

Därför anpassades en modell enligt formel nedan där Led*Plats visar samspelet mellan dessa och beteckningarna Rad (Plats) och Kolumn (Plats) betyder att raderna och kolumnerna är nästlade inom platser. Detta på grund av att Kolumn 1 på Plats 1 inte är samma som Kolumn 2 på Plats 2. Detsamma gäller för raderna.

$$Y = \text{Led} + \text{Plats} + \text{Led*Plats} + \text{Rad (Plats)} + \text{Kolumn (Plats)} + \text{Residualer}$$

4 LITTERATURSTUDIE

4.1 Bestämna utsädesmängd

När utsädesmängden bestäms är det för att uppnå en optimal planttäthet (Heege, 2013). Det är även av vikt att tänka på placering av kärnorna för att få en bra distribution av dessa över hela arean men även för att få dem på rätt sådjup. Det är utsädesmängden och fältuppkomsten som bestämmer vad det blir för planttätheten. Där såtidpunkten påverkar fältuppkomsten.

Lönsamheten i odlingen är en viktig faktor att ta hänsyn till när utsädesmängden bestäms (Hammar & bingefors, 1978). Lönsamheten är ofta kopplad till skörden. En högre skörd medför högre intäkter vilket leder till att större kostnader kan tas för utsädet utan att negativt påverka ekonomin. För att beräkna lönsamheten används den reducerade nettoskörden vilket förenklat räknas ut genom nedanstående formel.

$$\text{Reducerade nettoskörden} = \text{Bruttoskörden} - (\text{Utsädesmängden} * 2)$$

Vid beräkning av lämplig utsädesmängd används grobarheten och tusenkornvikt för att bestämma den teoretiskt optimala utsädesmängden (Hammar & bingefors, 1978). Dessa faktorer varierar ofta mellan olika partier och sorter. Utsädesmängden beräknas vanligen som kg per ha eller antal grobara kärnor per m^2 . De rekommenderade antal grobara kärnor för olika sädesslag kan ses i tabell 2 för svenska förhållanden (Lantmännen Odlar, 2016). För att kunna använda den informationen vid sådd måste följande formel användas för att räkna om mängden utsäde till kg per ha.

$$\frac{\text{Antal grobara kärnor} * \text{tusenkorndvikten}(g)}{\text{Grobarheten} (\%)}$$

Allt inhandlat utsäde idag har analyserats och märkts med information om den uppskattade tusenkorndvikten och grobarheten på det specifika partiet som är inköpt.

Tabell 2. Rekommenderad utsädesmängd antal grobara kärnor per m². Vid normalt radavstånd och sådjup med bra såbäddsförhållanden, där såtidpunkterna är olika beroende på lokalisering i landet (Lantmännen Odlå, 2016).

Stråsäd	Tidig sådd	Normal Sådd	Sen sådd
Havre	450	500	550
Korn 2-rad	300	350	400
Korn 6-rad	300	350	400
Vårrågvete	350	400	450
Vårvete	500	550	600
Rågvete	325	375	425
Höstråg (population)	350	400	450
Höstråg (hybrid)	200	250	300
Höstkorn (linje)	325	375	425
Höstkorn (hybrid)	130-160	160-200	200-300
Höstvete	325	400	475

Det som gör det svårt att bestämma lämplig utsädesmängd vid stråsädesodling är dess förmåga att kompensera plantantalet och antal kärnor per planta beroende på en rad olika faktorer som styr både uppkomsten, sidoskott produktion och därmed densiteten på vegetation i fältet (Schillinger, 2005). Hur växten kompenserar beroende på en hög eller låg utsädesmängd tas upp närmare i senare avsnitt.

4.2 Faktorer som styr den optimala utsädesmängden

Försök med utsädesmängder och de faktorer som styr valet av utsädesmängd inventerades och fastställdes under tidigt 90-tal i Sverige (Andersson, 1992). I vilket beräknades optimala utsädesmängder med hänsyn till kostnaden för utsädet för att få det bästa nettoresultatet. Det gjordes genom att beräkna en regression på prisrelationen mellan utsäde och inlösen.

Andersson (1992) ansåg att den reducerande nettovinsten enligt den schablonmässiga beräkningen som förespråkas i avsnitt 4.1 inte överensstämde med verkligheten, utan att det troligen bör beräknas med prisrelation på 3:1 eller ännu högre beroende på gröda. Sammanställningen visade att det var svårt att fastställa de ekonomiska effekterna av en lägre eller högre utsädesmängd och att utsädesmängden vid både höst- och vårsäd kunde varieras beroende på förhållanden i marken, lokalisering i Sverige och årsmånen. Samma författare fastställde även att utsädesmängden med fördel kunde varieras efter en rad faktorer som såtid, sortval, gödslingsstrategi, sjukdomstryck, ogrästryck, klimat samt jordart.

Även radavstånd anses vara viktigt, även om det vanligtvis är standardiserat, då det så tydligt påverkar antal plantor per m² (Bostrom *m.fl.*, 2012; Hammar & Bingefors, 1978; Zecevic *m.fl.*, 2014).

4.2.1 Såtid

I Sverige gjordes under 1968-1972 ett såtidförsök i vete (Andersson, 1983). Försöken var utlagda på fem ställen i Sverige och med fyra olika såtider per plats, anpassade till platsen. De fyra såtiderna var 1) början av september, 2) mitten av september, 3) början av oktober, 4) mitten av oktober. Utsädesmängderna som testades var 300, 450, 600 och 700 grobara kärnor per m² där alla utsädesmängder testades för alla såtider och alla såplatser. Vid planträkning efter uppkomst var plantantalet högst i alla utsädesmängder i det tidigast sådda försöket och därefter i fallande ordning efter sådatum. Men där den fjärde såtidpunkten inte kunde räknas med säkerhet då de inte hunnit komma upp innan vintern på alla platser. De högsta utsädesmängderna gav flesta ax per m². En hög utsädesmängd gav högsta uppkomsten men hade även högre plantdöd. Utvintring skede i några av försöken till följd av sjukdom men en trend kunde ses att utvintringen blev större med ökat plantantal och tidigare sådd (Andersson, 1983). Skörden i försöket skiljde sig en del mellan försöken. Optimal såtidpunkt var vid mitten av september och där hade utsädesmängden liten betydelse för skördenivån. Senare sådd gav mindre skörd men där spelade utsädesmängderna större roll. En högre utsädesmängd gav här en ökad skörd. Författaren fastställde utifrån beräkningar av resultatet att utsädesmängden kunde optimeras efter såtidpunkt med hjälp av den reducerade nettoskörden. En senare sådd krävde en högre optimal utsädesmängd. Det beräknades att utsädesmängden kunde ökas med ca 1 % varje dag från det optimala sådatumet. Det innebär en ökning på 2 kg per ha och dag.

Under åren 2007-2010 utfördes försök med utsäde och såtidpunkt i havre där det undersöktes, baserat på gamla försök från början av 90-talet, om nuvarande utsädesmängdsrekommendationer i havre fortfarande överensstämmer med de senaste årens havresorter (Bauer, 2010). Två sorter, Ivory och Belinda, undersöktes men resultaten slogs samman då några skillnader inte såg mellan sorterna. I försöken användes prisrelation 3:1 mellan utsäde och inlösen för att beräkna optimala utsädesmängden. Det fastslogs att de gamla rekommendationerna inte riktigt stämde då det var en ännu större skillnad mellan en låg och hög utsädesmängd mellan såtidpunkterna. Vid en tidig sådd var den ekonomiskt optimala utsädesmängden mellan 300-350 grobara kärnor per m². Medan det vid en sen sådd var optimalt med 500 kärnor per m². Försöket fastställde även att det inte gick att se någon statistisk skillnad i rymdvikten mellan olika utsädesmängder. Däremot fanns det tendenser till en lägre rymdvikt vid den allra lägsta och högsta utsädesmängderna oavsett såtidpunkt.

Betydelsen av såtid för optimal utsädesmängd har även visats i försök med vete i Australien (Cima *m.fl.*, 2004). Studien visade att en senare sådd resulterade i en högre optimal utsädesmängd, vilket överensstämmer med de båda svenska försöken som nämnts ovan. En liknande studie från Australien visar på samma sak men där även en senare såtidpunkt resulterade i högre proteinhalter och större rymdvikter, oavsett utsädesmängd (Zhou *m.fl.*, 1998).

4.2.2 Kvävegödsling

Utsädesmängden och kvävegödsling har ett tydligt samband och påverkar varandra i de flesta stråsädesgrödor, men den möjligt viktigaste kopplingen har ofta gjorts i höstvete (Andersson & Larsson, 1989). I ovanstående försök undersöktes huruvida kvävegivan ska justeras efter utsädesmängden. I försöket användes samma vetesort som såddes vid ungefär samma såtidpunkt i utsädesmängderna 300, 420, 550 och 660 grobara kärnor samt med fyra olika kvävegivor; 50, 100, 150 och 200 kg per ha. Kvävet var i form av Kalksalpeter som engångsgiva. Fältuppkomsten blev generellt bättre vid högre utsädesmängder oavsett kvävegiva, och utvintringen ökade vid ökad utsädesmängd troligen på grund av tätare bestånd som resulterade i större risk för utvintringsvampar. Antal ax hade ett positivt samband med både utsädesmängden och kvävetillförseln, med ökad utsädesmängd och kvävegiva ökade antal producerade ax per m². Andersson & Larsson (1989) drog slutsatsen att kvävet gav mer effekt på antal ax vid låga utsädesmängder än vid höga utsädesmängder. Axen i sig påverkades av såväl kvävet som utsädesmängden, i det att fler kärnor bildades vid högre kvävegivor medan en högre utsädesmängd resulterade i lägre antal kärnor per ax. Den erhållna kärnskördens var överlag hög vilket antydde att det inte fanns en direkt brist på kväve i marken. Författarna kunde inte dra några direkta slutsatser att en ökad utsädesmängd automatiskt skulle ge en högre skörd. För att beräkna ekonomin användes den reducerade nettoskördens med en prisrelation av 2:1, där resultatet blev att det inte fanns någon lönsamhet vid de högre utsädesmängderna. Sammantaget erhöles bästa nettointäkten vid sådd av 420 grobara kärnor per m² bortsett från de allra lägsta kvävegivan där en lägre utsädesmängd kunde vara försvarbart. De kvalitetsvariabler som förändrades gick främst att koppla till kvävegivan, och utsädesmängden hade liten eller ingen effekt alls på vare sig rymdvikt eller proteinhalt. Medan där fanns en direkt relation mellan kvävegödslingen och proteinhalten där varje ökning av kvävegivan gav en procentenhet högre proteinhalt. Rymdvikten blev högre vid högre kvävegiva. Inget samspel hittades mellan kvalitetsvariablerna mellan utsädesmängd och kvävegödslingen.

En annan gröda som är beroende av bra kvävetillförsel är odlingen av malkorn, där försök utfördes under åren 2005-2007 för att se hur sortvalet, kvävemängd, växtskydd och utsädesmängden påverkade avkastningen och kärnkvaliteten (Wiik & Yngvesson, 2008). I försöket användes utsädesmängder på 175, 263 och 359 grobara kärnor per m² medan kvävegivorna varierades mellan 70,110 och 150 kg N per ha. Wiik & Yngvessons (2008) resultat visade att utsädesmängden hade liten påverkan på kärnskördens, och de såg ingen signifikant effekt på rymdvikten av utsädesmängden. Antalet ax per m² ökade med ökad utsädesmängd men att antalet kärnor per ax minskade. Ett ekonomiskt netto beräknades med relevant prisrelation där det var fördelaktigt med en lägre utsädesmängd. Kvävemängden däremot spelade stor roll för kärnskördens och proteinhalten där en tydlig relation fastställdes att ökad kvävetillförsel gav högre proteinhalt och högre kärnskörd. Ingen korrelation gick att statistiskt säkerställa mellan utsädesmängden och kvävemängden i försöket.

En studie gjord i Iran på korn under 2015 visade att skörderesponsen var linjär mot kvävegödslingen, vilket är samma som setts i de svenska försöken, men att det i denna studie även sågs

en signifikant ökning i skörd med ökad utsädesmängd (Hajighasemi *m.fl.*, 2016). Försöket visade till skillnad från svenska maltkornförsöket att relationen mellan kvävegödsling och utsädesmängd var signifikant, vilket innebär att det vid en ökad kvävegödsling sågs mindre effekt av att öka utsädesmängden på skörden.

Ett kornförsök utfört i Canada, försökte fastställa om utsädesmängden och kvävegödslingen i form av urea genom bredspridning eller kombisått med utsädet i såraden påverkade förekomsten av flyghavre, som är ett allvarligt ogräs i vissa delar av världen (O'Donovan *m.fl.*, 2008). Författarnas resultat visade att vid bredspridning, oavsett kvävemängd, hade en högre utsädesmängd en positiv inverkan på plantdensiteten, d.v.s. fler ax per m², och en tydlig negativ inverkan på flyghavreförekomsten. D.v.s. högre utsädesmängd har gett tätare bestånd och har resulterat färre flyghavreplantor.

4.2.3 Ogräs

I slutet av 80-talet gjordes försök i vårsäd där utsädesmängder undersöktes med och utan ogräsbehandlingar (Andersson, 1988). I försöken undersöktes tre vårsädeslag (vårveve, vårkorn och havre) med varierande utsädesmängder från 100 till 1500 grobara kärnor per m². Sammanlagt gjordes 16 försök under 4 års tid. I varje försök hade hälften av rutorna en behandling av ogräsmedel medan andra halvan inte hade några kemiska preparat. Resultatet av försöken visade ett tydligt negativt samband mellan ogräsvikten och ökad utsädesmängd. Med högre utsädesmängd blev konkurrensen mot ogräs betydligt bättre och stråsådens avkastning följde i stort proportionellt utsädesmängdens kurva. Däremot fastställdes det väldigt tydligt att relationen mellan ogräsförekomsten och utsädesmängden var årsmånsberoende och att andra odlingsbetingelser som lerhalten och typ av ogräsbehandling hade stor effekt på resultatet. Samtidigt gick det att fastställa att en högre utsädesmängd krävdes i de obehandlade rutorna jämfört med de behandlade för att erhålla samma kärnskörd, på grund av att de obehandlade hade mer konkurrens från ogräs. I försöken visades även att det fanns en positiv inverkan på vissa kvalitetsvariabler. Rymdvikten på kärnorna i samtliga grödor ökade med ökad utsädesmängd. Proteinhalten påverkades av både kärnskörd och utsädesmängd. I de försök där högre utsädesmängd gav en högre kärnskörd sågs en minskning av proteinhalt. Medan man i försök där en högre utsädesmängd resulterade i en låg avkastning istället såg en högre proteinhalt. Resultatet torde vara på grund av en utspädningseffekt i kärnorna. Fler kärnor per ax orsakar att varje kärna innehåller mindre kväve.

Utsädesmängdens betydelse för konkurrensen mot ogräs är även väl förankrad i den ekologiska odlingen där ett försök under 2003 gjordes i havre och korn (Norgren & Ericsson, 2004). I försöket provades olika sorter av havre och korn med normal utsädesmängd enligt rådande rekommendationer och med en 25 % högre utsädesmängd. Anledningen var att få klarhet i om det gick att få en bättre ogräskonkurrens med högre utsädesmängd, samt att undersöka om högre utsädesmängd var bättre för att kompensera för den plantdöd som sker vid ogräsharvningen. Resultatet visade på en merskörd i havre på ca 200-300 kg per ha vid den högre utsädesmängden. Merskörden berodde både på att fler plantor överlevde ogräsharvningen och att den högre utsädesmängden hade en negativ effekt på ogräsförekomsten.

Ett antal utländska studier har visat på att det vid ekologisk odling av stråsäd finns en tydlig positiv konkurrens mot ogräs och att det oftast resulterar i en högre skörd (Benaragama & Shirliffe, 2013; Kolb *m.fl.*, 2012; Kolb *m.fl.*, 2010). En studie gjort i USA på havre och korn visade att en fördubbling av utsädesmängden i ekologisk odling gav en signifikant bättre konkurrens och kärnskörd (Mason *m.fl.*, 2007).

4.2.4 Klimat

Klimatet skiljer sig i stort på vår planet, därför finns sedan 1900-talets början klassificerat klimat enligt Köppen-klassificeringen (Eckersten *m.fl.*, 1997). I denne fastställs olika klimatzoner genom att beräkna medeltemperaturen och medelnederbörden för varje månad under ett år. Från det kan områden sedan delas upp inom olika huvudklimatområden som är signifikant skilda från varandra. Det gör att det finns fundamentala skillnader som påverkar beslutet om den rätta utsädesmängden.

Tillväxt och uppkomst är en respons på årsmånen, där bland annat just temperatur, tillgängligt vatten, soltimmar, dygnsgrader med mera har en avgörande roll för hur kvalitetskomponenterna och plantan utvecklas (Fogelfors, 2001).

En studie från Australien har visat att nederbördsmängden har en betydelse för den optimala utsädesmängden i vete, författarna drar slutsatsen att högre säsongsnederbörd resulterade i en högre optimal utsädesmängd för vete (Cima *m.fl.*, 2004).

En rysk studie gjord på utsädesmängder och såtider i havre under 2003-2005 visade att årsvariationerna var stora och att det ofta var avgörande för vilken utsädesmängd som var mest optimal (Batalova & Gorbunova, 2009).

4.2.5 Jordart

Stora jordartsvariationer kan ses på lokal, regional och fältnivå (Fogelfors, 2001). Jordens egenskaper beror på såväl mineralssammansättning och textur som hur jorden brukats tidigare och vilka insatser i form av gödsling, kalkning och jordbearbetning som utförts på fältet. När jordarter delas in i grupper så relateras det ofta till texturen i marken som kan beskrivas som en approximation av proportionen mellan mineralpartiklar av olika storlekar i en jord (Hewson *m.fl.*, 2012). Dessa baseras på proportionen av sand, silt (mo och mjäla) och ler, dvs kornstorleksfördelningen i marken (Melkerud, 2011).

Sand bildar inga aggregat och har endast enkelkornstruktur och har en hög vattengenomsläpplighet, den har heller ingen, eller väldigt liten, kapillär upptransport av vatten från djupare lager därför bör mycket vikt läggas på att bevara den fukt som finns (Eriksson, 2011). Sandjordens näringslevererande förmåga styrs till stor del av mängden organiskt material. Vid låga mängder kan det finnas problem med att få tillräcklig näringsleverans.

Lerjordarna bildar aggregat vilket gör att jordarna generellt har bättre vatten och lufttransport. Moig/mjällig lättlera har få stabila aggregat och har en relativt låg vattengenomsläpplighet. Jordarna har en stor kapillär upptransport genom profilen. Innehållet av de små partiklarna mo och

mjåla gör att jordarna löper en större risk att slamma igen eller bilda skorpor efter ett regn. Den låga halten ler gör att mullhalten är väsentligt för strukturen (Eriksson, 2011). Oftast är rotdjupet begränsat till under 50 cm djup.

Mellanlerorna har bättre aggregat i strukturen, framförallt i alven. Strukturen beror inte lika mycket på mullhalt utan snarare på yttre påverkan som bearbetning och växtföljd. Jordarna är ofta packningskänsliga och kan få en dålig struktur vid blöta förhållanden (Eriksson, 2011). Vattengenomsläppligheten är relativt låg i matjorden men desto bättre i alven. Den kapillära upptransporten är lägre än lättlerorna och är främst beroende av större sprickor mellan aggregaten. Rotdjupet är ofta uppåt 90 cm.

Styva leror och mycket styva leror liknar i mångt och mycket mellanlerorna. Den höga lerhalten gör att jordarna har en väldigt dålig vattengenomsläpplighet. Samma kan sägas om den kapillära upptransporten som är i det närmast att betrakta som ej existerande. Rotdjupet hamnar mitt emellan lättlerorna och mellanlerorna vid ungefär 70 cm djup. Både rotdjup och vattengenomsläppligheten kan förbättras om stora sprickor har bildats mellan leraggregaten (Eriksson, 2011).

4.2.6 För låg / hög utsädesmängd

En för låg utsädesmängd resulterar i för glesa bestånd medan för hög utsädesmängd resulterar i att bestånden blir för frodiga (Sjöholm *m.fl.*, 2015). En studie från Storbritannien har visat att vid ökad utsädesmängd i stråsådd uppnås en positiv respons på skörden upp till en kritisk punkt där mer utsäde inte ger någon merskörd utan snarare sänker den. Sänkningen sker pga. att densitet blir för hög och att eventuella vatten och näringstillgångar inte räcker till vilket medför en tidigarelagd mognad (Gooding *m.fl.*, 2002). Även om en ökad utsädesmängd anses ha en positiv effekt på ogräskonkurrensen är det också en tydlig konkurrens om resurser mellan stråsådesplantorna vid för hög utsädesmängd (Park *m.fl.*, 2003).

En låg utsädesmängd resulterar i en kompensering hos plantan genom att öka produktionen och minska reduktionen av sidoskott, samt öka antal kärnor per ax (Gooding *m.fl.*, 2002). Men vid de allra lägsta utsädesmängderna uppnås en ojämn utveckling och försämrad kvalitet vid skörd. Samma mönster går att se i en studie från Kanada där radavstånd och utsädesmängd jämfördes (Tompkins *m.fl.*, 1991). I den studien fastställdes högre kärnvikt och fler kärnor per ax när utsädesmängden sänktes och radavståndet ökade. Däremot ökade skörden vid sänkt radavstånd och ökad utsädesmängden. Den positiva effekten på skörden ansåg författarna bero på fler ax per m² vid höga utsädesmängd och sänkt radavstånd, vilket visar att det ofta är antal ax per m² som har inverkan på skördens storlek.

4.3 Varierad utsädesmängd med precisionsodling

Enligt Heege (2013) var såddjupet och kärndistributionen de viktigaste faktorerna för att påverka planttätheten. Traditionellt används vid sådd av stråsådd ett kortare avstånd mellan kärnorna i samma rad än mellan raderna. Heege (2013) nämner flera studier som alla har visat att det inte är den optimala kärndistributionen utan istället att samma avstånd åt alla håll skulle optimera

planttätheten. Högre skördar kan enligt Heege (2013) fås genom att optimera avstånden då det optimerar allokeringen av tillväxtfaktorer som solljus, vatten och näringsämnen. Det ger även enligt författaren en positiv inverkan på ogräsförekomsten då dessa får en sämre konkurrens om utrymmet och resurser.

Sådjupet bör anpassas för att få så hög grobarhet som möjligt. Det rekommenderas att anpassa sådjupet genom att se till att kärnorna hamnar så att den får rätt temperatur, vattenmängd och syre. Porer i marken fylls av antingen gas (luft) eller vätska (vatten) och vattenmängden i porerna ökar med ökat djup. En för djup sådd gör att den får svårt att ta upp syre medan en för grund sådd gör att den inte får tillräcklig tillgång till vatten. Generellt bör därför sådjupet ökas på sandigare jordar (Heege, 2013).

Traditionellt odlas inte olika grödor inom samma fält och det sås oftast inte olika sorter av samma gröda eller vid olika tidpunkt (Heege, 2013). Det innebär att de faktorerna är konstanta i samma fält vilket betyder att variationer i utsädesmängd kan göras baserat på variationer i markförhållanden. I klimat utan torrperioder, där det kan antas att ingen bevattning förekommer, är textur en av få faktorer som varierar över fältet (Heege, 2013). Det går därför att variera utsädesmängden som en funktion av texturen (Griffin & Hollis, 2013; Heege, 2013). I gamla svenska läroböcker kan man t.ex. läsa att lantbrukare med fördel kan öka utsädesmängden där lerhalten ökar (Hammar & Bingefors, 1978).

4.3.1 Variera efter textur

En anledning till att variera utsädesmängden efter textur är att variera utsädesmängden efter jordens förmåga att underhålla en högre andel plantor. Försök har visat att utsädesmängden kan bestämmas genom att relatera den till texturen och vattentillgången i marken och gradera efter bördighet (Griffin & Hollis, 2013). Studier i Australien visar t.ex. att jordar med högre lerhalt håller vatten bättre och har därför en högre optimal utsädesmängd vid sådd av stråsäd (Cima *m.fl.*, 2004). Bördigheten på ett fält kan bestämmas utifrån skördekartor (Shanahan *m.fl.*, 2004) eller med hjälp av konduktivitetskartor tillsammans med proportionerna av sand och lera (Farid *m.fl.*, 2016). Denna korrelation kan tydligt ses där det i försök visat att en uppmätt låg elektrisk konduktivitet har gett en lägre skörd. Att använda bördighet är vanligt i majsodlingar, som har en direkt koppling mellan utsädesmängd och skörd (Griffin & Hollis, 2013). Författarna framhåller att vid försök med stråsäd fungerar metoden att variera efter bördighet sämre på grund av att stråsäd kompenserar lägre plantantal och glesa bestånd med att producera flera sidokott.

En annan ledning till att variera utsädesmängden efter texturen är kopplat till kvaliteten på såbädden och hur bra uppkomst det blir i fält (Heege, 2013). Att variera efter uppkomsten innebär därför utsädesmängden ökas för att kompensera för en sämre uppkomst. Utifrån den tesen antog författaren att utsädesmängden kan dras ner på de sandiga delar och de med hög lerhalt och att den högsta utsädesmängden krävs vid måttlig lerhalt.

En studie gjordes i England med 66 försök där utsädesmängden varierades i höstveten efter såbäddskvaliteten (Griffin & Hollis, 2013). Försöken delades in i zoner baserade på konduktivitetmätningar och visuell bedömning av platsens textur och såbäddens sammansättning för att bedöma hur hög utsädesmängden skulle vara. En lägre lerhalt och en bättre visuell såbäddstextur resulterade i en lägre optimal utsädesmängd, och en högre lerhalt och mer grovkornig såbädd resulterade i sämre grobarhet och därmed en högre optimal utsädesmängd. Den beräknade uppkomsten relaterades till den faktiska uppkomsten genom plant- och axräkning. Kontentan av försöket visade att konduktivitetsskator med fördel kunde utnyttjas tillsammans med en fysisk bedömning av såbäddens textur för att variera utsädesmängden.

Anledningen till att det är svårt att förutse hur utsädesmängd ska varieras efter uppkomst eller bördighet är plantplasticiteten, eller plantans förmåga att kompensera tillväxten efter det rumsliga utrymmet som finns. Stråsäd har en hög plasticitet medan plantor som majs, potatis och sockerbetor har en låg. Resultatet av en låg plasticitet resulterar i en tydlig respons mellan utsädesmängd och skörd och vice versa, en hög plasticitet uppvisar mindre korrelation mellan de två. Vinsten blir oftast därför inte en ökad skörd utan en besparing på mängden utsäde (Heege, 2013).

Med hjälp av diverse precisionsodlingstekniker kan utsädesmängden redan idag varieras inom samma fält (Gustavsson, 2015). Det vanligaste sättet att justera utsädesmängden genom att variera kg kärnor per ha kan dock skilja sig ifrån det optimala antalet kärnor per ha (Heege, 2013). Orsaken kan ofta härledas till problem med såmaskinens uppbyggnad, att ingen hänsyn tas till hur torr eller fuktig jorden är, och att tusenkornvikten och grobarheten ofta kan skilja sig inom ett och samma parti. Bättre vore därför att utforma nya redskap eller använda mer avancerad teknik för att förbättra förutsättningarna för att variera utsädesmängden. Oavsett ovanstående argument anser Heege (2013) att det är bättre att variera utsädesmängden inom samma fält med de verktygen som finns att tillgå än att bara använda samma utsädesmängd över hela arealen.

4.4 Kvalitetsparametrar

Det är inte bara kärnskorpen som spelar roll vid stråsåesodling utan kvaliteten på råvaran har ofta betydelse för såväl betalningen som syftet med produkten (Redaktion, 2012). Därför genomförs ofta analyser på kvaliteten på kärnorna för att kunna bestämma vad det lämpligaste ändamålet är, som t.ex. om det är foder eller till humankost.

Vid kärnanalys undersöks flertalet variabler som kan skilja sig åt beroende på typ av stråsäd som analyseras eller de odlingsförutsättningar som finns (Wrigley, 2010). De variabler som vanligen undersöks är protein, stärkelse, fiber (NDF) och råfett. Kvaliteten på kärnorna kan till viss del styras av utsädesmängden. Enligt flertalet studier finns det tydligt samband mellan en högre utsädesmängd och flera primärskott per ytenhet (se review av Zecevic *m.fl.*, 2014). Primärskotten producerar större kärnor med en mer fördelaktig komposition av proteiner och stärkelser i kärnan and sidoskotten. Detta brukar förklaras med att sidoskott utvecklas senare och inte har lika lång tid på sig att ”mata” kärnorna. En större andel primärskott kan därför vara

fördelaktigt ur kvalitetssynpunkt. Skillnader i jordens egenskaper som textur, organiskt material och pH kan även det påverka kärnsammansättningen (Stewart *m.fl.*, 2002)

4.4.1 Protein

Proteinet i kärnan fungerar som byggstenarna när plantan skall börja växa men ännu ej kan ta upp näring ifrån marken (Wrigley, 2010). Merparten av proteinerna lagras i endospermet med några få undantag och består av varierande mängder av globuliner och prolaminer, i vilket globulinerna fungerar som lagringsproteiner medan prolaminer fungerar som metaboliska och strukturella proteiner (Shewry & Halford, 2002). Protein i kärnan är beroende av hur mycket kväve som plantan kan ackumulera i kärnan som i sin tur är beroende av hur mycket kväve plantan har tillgång till (Martre *m.fl.*, 2003). I generella termer innebär det att proteinhalten kan styras genom att styra kvävegivans storlek och appliceringstidpunkt. Även svavel har en del i proteinernas uppbyggnad genom proteinsyntes och inverkan på specifika aminosyror (Jamal *m.fl.*, 2010). Utan svavel hämmas kvävefixering, upptaget och assimilationen av kväve i plantorna. Kärnans utveckling och mognadsprocess följs av en sänkt proteinhalt, dvs en mogen kärna har en lägre andel protein än en omogen. Det kan även sägas att fler kärnor generellt kräver mer kväve (Frank, 2004).

Proteinhalten är intressant att undersöka på grund av att det är den som avgör om ett korn kan säljas som malt, eller om ett vete ska gå till kvarn eller som foder. Om proteinhalten påverkas eller kan styras av utsädesmängden är det intressant för spannmålsodlare med fokus på kvalitetsodling (Rosenqvist, 2002).

4.4.2 Stärkelse

All stråsäd har stärkelse i kärnan, den är energin eller bränslet som får plantan att växa innan den kan ta upp näring från marken (Wrigley, 2010). Stärkelsen lagras i endospermet på kärnan och består mestadels av Aminopektin och en liten del Amylos. Aminopektinerna som är korta grenade kedjor av glukos molekyler binder till Amylos, som är långa linjära kedjor, och dessa bildar granuler av olika storlekar (Nakamura, 1996). Alla sädesslag har olika typer av granuler och innehåller olika stor mängd lipider och fosfater bundna till sig, vilket gör att de olika sädesslagen är lämpliga att användas till en rad olika syften. Produktionen av stärkelse är ofta inte direkt kopplat till en hög stärkelseinlagring i endospermet (Jenner *m.fl.*, 1995). En temperatur över 20 °C ger en ökad stärkelseproduktion men har däremot ingen relation till inlagring då den processen styrs av många olika faktorer som granulatsammansättning och enzymaktivitet. Kärnans utveckling följs ofta av en ökad stärkelsehalt (Frank, 2004). Vilket betyder en högre stärkelsehalt vid senare skörd.

Stärkelsehalten i spannmålen är intressant på grund av att det finns ett intresse av att odla spannmål som energigröda (Gunnarsson *m.fl.*, 2008). Det finns en tydlig relation mellan stärkelse och proteinhalt och därför kan det vara intressant att undersöka hur stärkelsehalten påverkas av en varierad utsädesmängd.

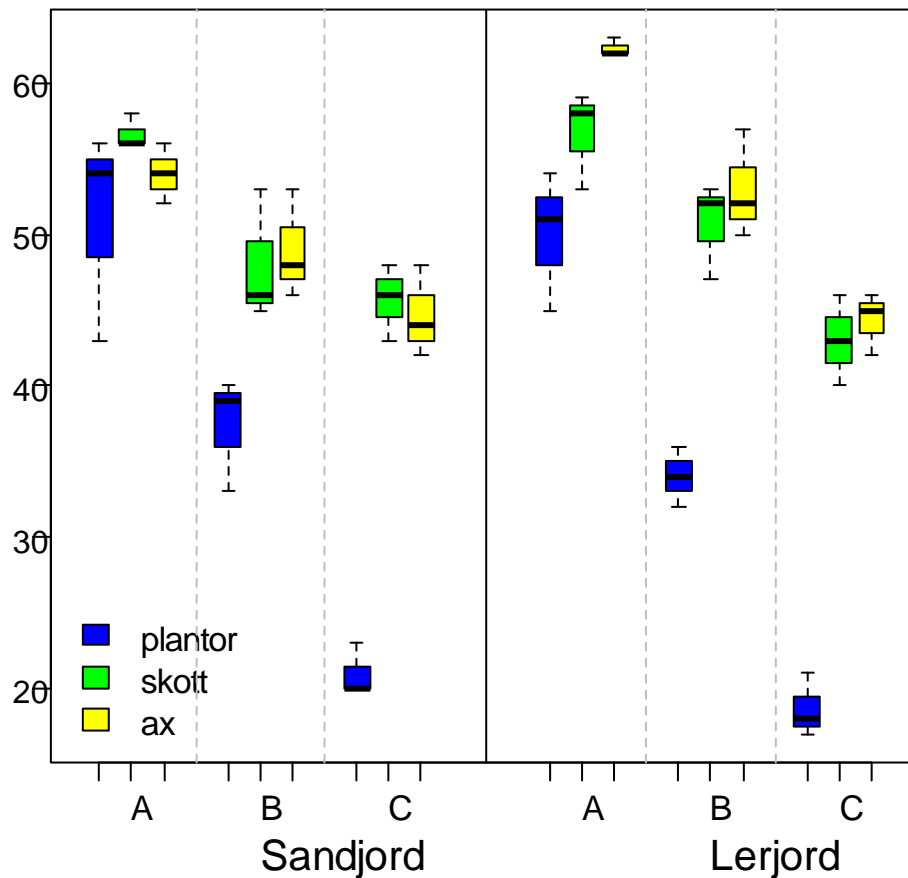
4.4.3 NDF och Råfett

NDF står för Neutral detergent fiber (Akins, 2008). Koncentrationen av NDF i alla stråsädeskärnor ökar med ökad plantålder. Anledningen är mestadels på grund av att det vid en mognad av kärnan skapas starka ytterväggar vilket byggs av fiberämnen. Kärnans utveckling följs av en ökad NDF fram till degmognad för att sedan sjunka igen (Frank, 2004). Spannmål utgör ofta en viktig del av foderstaten och där kvaliteten kan variera kraftigt. Ett bra fiberinnehåll, i kombination med stärkelsor och proteiner är viktigt för att fodret skall vara rätt anpassat efter djuret.

Råfett finns mestadels i embryot i kärnan och inte så mycket i endospermet (Wrigley, 2010). Det råfett som finns i endospermet är bundet i stärkelsegranularer. Råfett består av olika lipider. Anledningen till att det finns intresse att titta närmare på råfett är att det arbetas en del med högfettshavre till hästfoder, där även fettsyrasammansättningen spelar stor roll.

5 RESULTAT OCH DISKUSSION FÄLTFÖRSÖK

5.1 Analys av plant, skott och ax räkningar



Figur 3. Sammanställning plantor, skott och ax räkning för de två försöksplatserna. A = full utsädesmängd, B = 2/3 utsädesmängd och C = 1/3 utsädesmängd.

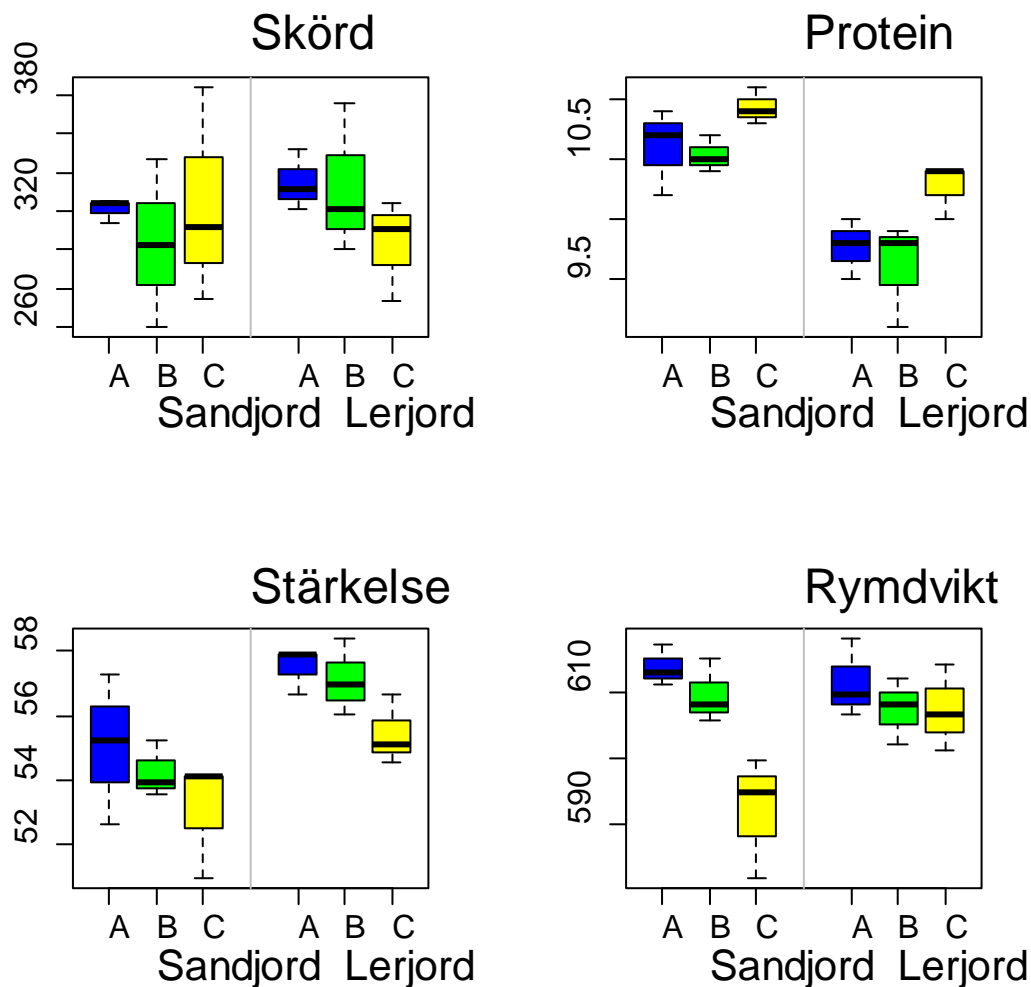
Resultatet av plant, skott och axräkningarna finns sammanställda i figur 3 och visar på en tydlig trend att de lägre utsädesmängderna har kompenserat med att producera fler sidoskott än de med högre utsädesmängd. Vilket var enligt förväntningarna och som har bekräftats i teorin från Zecevic *m.fl.* (2014) som visat att utsädesmängden har en stark effekt på antal axbärande skott samt Gooding *m.fl.* (2002) som säger att lägre utsädesmängd ökar sidoskottproduktion och minskar reduktionen. Däremot visar resultaten på den sandiga jorden, för de högsta och lägsta utsädesmängderna (A och C), fler skott vid skotträkningen än antal tröskade ax. Det innebär att sandjorden hade fler skott som inte producerat ax alternativt gått igenom en skottreduktion. Intressant är att samma trend inte går att se på lerjorden där antal tröskade ax har varit konstant högre än antal räknade skott. En förklaring kan vara att någon faktor i jorden har varit suboptimal på den lättare jorden, och som gjort att plantan inte har kunnat producera lika många ax. Troligen går det att härleda till att det varit en brist på vatten, speciellt under perioden juli-augusti och att i enlighet med Eriksson (2011) då haft en fördel på lerjorden med att den har en bättre vattenhållande förmåga än sanden. Studierna utförda av Griffin och Hollis (2013) visar även att lerjordar kan antas vara bördigare och kan underhålla ett större plantantal.

Vid sådd var det fin såbädd på både sand- och lerjorden, vilket gör att man kan förvänta sig små skillnader mellan de två försöksplatserna om en av anledningarna till att variera utsädesmängden baserat på lerhalt är skillnader i såbäddskvalité (Heege, 2013). Trots detta kan man vid planträkningen se att medeluppkomsten skiljer sig litet mellan sand- och lerjorden. Skillnaden som finns är att det är ett litet högre plantantal på den lättare jorden. Det lägre plantantalet på lerjorden är precis som förväntat och överensstämmer med resultaten från Griffin och Hollis (2013). Sandjorden har gett plantorna bättre förutsättningar för grobarheten och uppkomsten vilket eventuellt kan hänvisas till att den lägre lerhalten gett en något bättre struktur på såbädden. Resultaten antyder att utsädesmängden kan dras ner på sandjorden. Detta antagande kan dock inte styrkas endast av detta försök då den statistiska analysen inte visar på signifikanta skillnader mellan de två platserna ($p=0.414$). Plantantalet skiljer sig som förväntat kraftigt mellan de olika utsädesmängderna med signifikanta skillnader mellan leden ($p=0.001$).

Till skillnad från planträkningen så är skottantalet lika mellan de olika jordarna, vilket innebär att plantorna på lerjorden har kompenserat det lägre plantantalet med att producera flera skott, och den statistiska analysen visade på att det inte fanns någon statistiskt skillnad mellan försöksplatserna ($p=1.0$). Det resultatet antyder att plantor på lerjorden haft bättre förutsättningar för tillväxten under perioden mellan planträkning och skotträkningen. Denna tidsperiod sträcker sig från början av maj till slutet av juni månad och enligt den metrologiska data bör inte tillgången på vatten varit en av de faktorer som gjort att sandjorden haft en sämre tillväxt och färre sidoskottproduktion. Försöket visar en fortsatt signifikant skillnad mellan leden ($p=0.000$) vilket visare en tydlig trend med högre skottantal vid en högre utsädesmängd.

Trenden med att plantorna kompenserade bättre på lerjorden håller i sig och blir större då tröskningen närmar sig och det märks en statistiskt signifikant skillnad av tröskade ax mellan försöksplatserna ($p=0.020$). På lerjorden var det ett högre antal tröskade ax vilket visar att den jorden har haft bättre med resurser att ge plantorna och därför skapat större möjlighet att producera tröskbara ax. Skillnaden mellan leden är som förväntat fortfarande stor ($p=0.001$), och antal tröskade ax följer i stort utsädesmängden.

5.2 Analys av NIT resultat

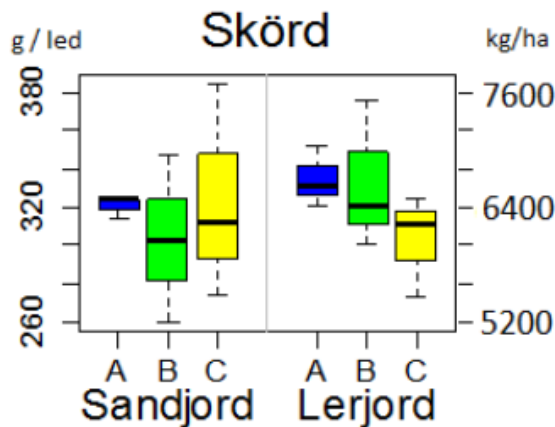


Figur 4. Sammanställning analysresultat över skörd, protein, stärkelse och rymdvikt. A = full utsädesmängd, B = 2/3 utsädesmängd och C = 1/3 utsädesmängd.

5.2.1 Skörd

Som kan ses i figur 4 så är det en mycket liten skillnad i skörd mellan de olika jordarna. Den statistiska analysen visar inte på någon signifikant skillnad i skörd mellan sandjorden och lerjorden ($p=0.526$) eller mellan de olika utsädesmängderna ($p=0.481$). Det finns antydning till att spridningen av data är större på den sandiga jorden än på lerjorden. Det finns även antydning till att det är en skillnad i spridning mellan leden. I vilket led A har en betydligt mindre spridning jämfört med B och C. Det kan tolkas som att försöket har haft en jämnare skörd i de rutor som har haft den högsta utsädesmängden. Vilket skulle kunna tyda på att det ledet haft större utrymme för att kompensera för andra faktorer som kan ha påverkat skörden negativt. Vilket även visas genom den betydande skillnader mellan de lägst avkastande och de högst avkastande rutorna. Anledningen till att det inte syns någon statistisk skillnad är för att försöket är litet och spridningen har blivit för stor. Spridningen är troligen ett resultat av havrens plasticitet och att

olika plantor har kompenserat produktionen av kärnor på olika sätt beroende på förutsättningarna den haft. Slutsatsen blir att det är svårt att visa på några tydliga riktlinjer för hur olika utsädesmängd påverkar skördemängden. Vilket överensstämmer med Wiik och Yngvesson (2008) gödslingsförsök i maltkorn, Andersson (1988) ogräs försök och Andersson och Larsson (1989) gödslingsförsök. Däremot motsäger det resultatet från Andersson (1983) äldre såtidsförsök där de såg att en högre utsädesmängd gav statistiskt signifikant högre skörd.



Figur 5. Skörd med omräkning g/led till kg/ha skördad vara i försöket. A = full utsädesmängd, B = 2/3 utsädesmängd och C = 1/3 utsädesmängd.

5.2.2 Protein

Den statistiska analysen visade på en signifikant skillnad i proteinhalt mellan försöksplatserna ($p=0,05$) men inte mellan leden ($p=0,086$), där p -värdet precis faller utanför ramen av vårt konfidensintervall på 95 %. En studie gjord i Storbritannien i början av 90 -talet fastslogs att protein koncentrationen är lägre vid lägre utsädesmängd (Gooding *m.fl.*, 2002). Vilket inte går att se i vårt försök. Andersson och Larssons (1989) gödslingsförsök i vete visade att proteinhalten inte kunde härledas till utsädesmängden i lika hög grad som till kvävegödslingen. Med anledning av det kan argumenteras för att vårt resultat istället visar att det inte gödslats tillräckligt för de högre utsädesmängderna. Resultaten visar därför på att kvävet inte riktigt räckte till på de högre utsädesmängderna för att driva upp proteinhalterna, vilket kan överensstämmer till Martre *m.fl.* (2003) studie som visade att ackumuleringen av protein i kärnan är kopplat till hur mycket kväve plantan har tillgång till att ta upp, samt att fler kärnor kräver mer kväve. Just att fler kärnor kräver mer kväve går även att koppla tillbaka till Gooding *m.fl.* (2002), Wiik och Yngvesson (2008) och Andersson och Larsson (1989) som i sina studier kommer fram till att en låg utsädesmängd resulterar i att plantan kompenserar genom att bland annat öka antal kärnor per ax. Resultatet från det här presenterade försöket visar en högre proteinhalt på den lättare jorden, vilket visar en tydlig bild av att kvävet inte räckte till på den tyngre jorden. En tyngre jord kan eventuellt ha en bättre näringslevererande förmåga och möjligtvis har det inte funnits tillräckligt med kväve kvar i marken för att kunna tillgodose behovet. När proteinhalten relateras mot kärnskörderna uppvisar det en motsatt trend. Det går att hänvisa till en engelsk studie om

att det finns ett negativt samband mellan kärnskörd och kväveinnehåll i kärnan (Hawkesford, 2014). Där författaren menar att en högre skörd resulterar i en lägre proteinhalt.

5.2.3 Stärkelse

Man ser direkt att stärkelsen blir motsatt proteinhalten dvs lägre stärkelsehalt på sandjorden en signifikant skillnad mellan försöksplatserna ($p=0.017$), men att skillnaden i leden inte var signifikant säkerställda ($p=0.135$). Med stöd i teorin kan det antas att andelen stärkelse som lagras in i kärnan har ett samband med hur kväve inlagras i kärnan (Martre *m.fl.*, 2003; Triboi & Triboi-Blondel, 2002). Där den styrande processen är att en högre stärkelseinlagring ger en minskad proteininlagring. Det kan vara kopplat till att inlagringen av kväve är stabilare än stärkelseinlagringen i kärnan. Vilket även överensstämmer med försöksresultaten rörande proteinhalten i detta försök. Även skillnaden mellan de olika utsädesmängderna är omvänt mot proteinhalten. Att stärkelsehalten ökar med ökad utsädesmängd kan stödjas av Zecevic *m.fl.* (2014) som beskrev att flertalet studier hade bevisat att högre utsädesmängd gav fler primärskott per ytenhet. Fler primärskott innebär att de skotten har haft längre tid på sig att skapa en fördelaktig komposition av stärkelse och protein i kärnan. Den har även mognat under en längre tid vilket enligt Frank (2004) betyder att de har kunnat få en högre stärkelsehalt.

5.2.4 Rymdvikt

Rymdvikten är precis utanför ramen för signifikant skilda mellan försöksplatserna med P-värde, $P=0.077$, och med en signifikant skillnad mellan leden ($P=0.005$) men samtidigt är det viktigt att sätta det i perspektiv. En rymdvikt på 604 eller 609 spelar en väldigt liten praktisk roll. Även om vissa slutsatser kan dras utifrån analysen som genomförts är det en så liten skillnad i rymdvikt mellan de olika utsädesmängderna och jordarna att det praktiskt inte spelar någon roll. Men det som kan ses är att rymdvikten ökade med ökad utsädesmängd. Det överensstämde även med svenska havreförsök utförda under senaste åren (Roland, 2015). I teorin hittas stöd för att den högre utsädesmängden har resulterat i fler primärskott och därmed har de fått en längre tid att utvecklas på och speciellt att det har förekommit mindre sidoskott bildning, vilket gör att rymdvikten ökar (Zecevic *m.fl.*, 2014; Stewart *m.fl.*, 2002). Det är för att mer energi och resurser har kunnat läggas på att mata kärnorna under en längre tid.

5.2.5 NDF och Råfett

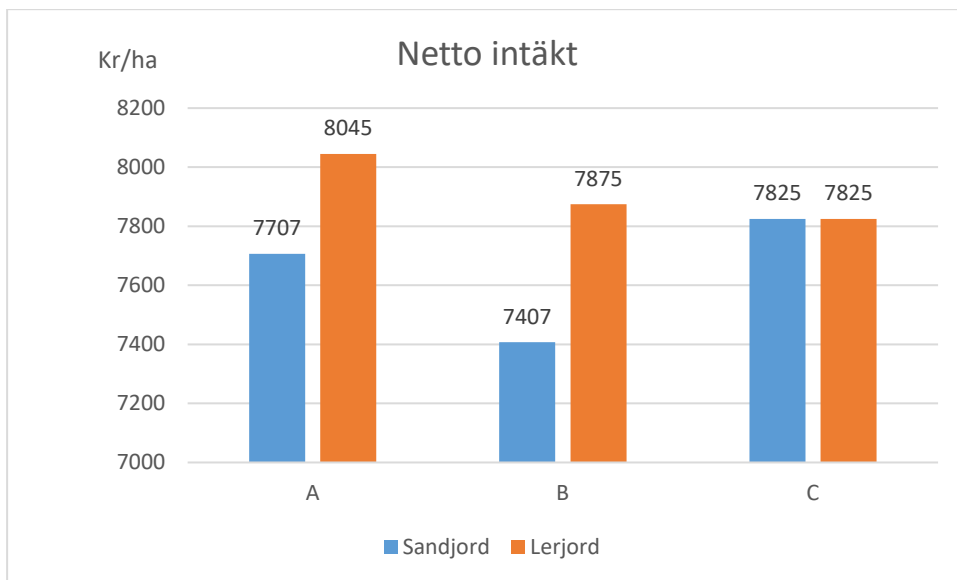
NDF skall helst vara låg i spannmål som skall användas till foder i en foderstat. NDF-halten skiljde sig signifikant mellan platserna och utsädesmängderna. Det var en högre halt på sandjorden jämfört med lerjorden och NDF-halten ökade med lägre utsädesmängd. Om det kan kopplas till mognadsgrader är svårt att säga, men det kan antas att färre plantor har delat på resurser vid lägre utsädesmängd vilket gjort att de teoretiskt kunnat utvecklas lite snabbare. Samtidigt som de bevisligen har skapat fler sidoskott.

Analysen behandlade även mängd råfett och den kan i framtiden komma att bli intressant då det pratas allt mer om högfetthavre som energifoder. Men även här måste resultaten sättas i relation till vad som efterfrågas. Skillnaden i råfett var mellan 4.7 – 4.9 %. En så liten skillnad som försöket visar ger inte stöd för att försöka optimera halten råfett i havrekärnorna genom att

förändra utsädesmängden. Mer intressant är det att det blev statistiskt signifikant högre råfett-halt på sandjorden. Men anledningen har troligtvis att göra med inlagring av proteiner och stärkelse samt storlek på kärnor snarare än att den lägre lerhalten i sig är anledningen till en högre råfett-halt.

5.3 Ekonomisk beräkning

Ur en lantbrukares perspektiv är det alltid intressant att studera närmare den ekonomiska effekten av olika insatser och beslut. Därför gjordes en enkel beräkning av skördeintäkt – utsädeskostnaden med ett avsalupris på 1,30 kr/kg och 3,50 kr/kg i utsädeskostnad. Resultatet av den visar att man på sandjorden fick det bästa nettot på den lägsta utsädesmängden och att man på lerjorden fick bättre netto med ökad utsädesmängd. Viktigt att komma ihåg är att det inte var statistiskt signifikanta skörderesultat men resultatet kan fungera bra som diskussionsunderlag för framtida försök.



Figur 6. Ekonomiskt netto från försöket. A = full utsädesmängd, B = 2/3 utsädesmängd och C = 1/3 utsädesmängd.

5.4 Osäkerhetsfaktorer

Eftersom det inte finns flera upprepningar av försöket på fler platser i fältet med olika jordart, går det egentligen inte att hävdas att det finns en skillnad mellan jordarterna (Forkman, 2016). De signifikanta resultaten som finns i den statistiska undersökningen kan endast visa att det finns en skillnad mellan de två platserna men att anledning till skillnaden även skulle kunna vara annat än jordarten.

Vid ANOVA analysen gjordes antagandet att variansen inom varje försöksplats var lika stora. Vilket egentligen är ett antagande som enbart fungerar ungefärligt. Att slå ihop dem var ett krav för att kunna se skillnader mellan de två försöksplatserna, men det var även för att romerska kvadrater slukat frihetsgrader och för att göra det möjligt för en säkrare statistisk analys

försöksplatserna tillsammans och inte var för sig, vilket medförde att antal frihetsgrader dubb- lades för att användas vid beräkningen av försöksvariansen.

På sandjorden var det mer ogräs och en hög andel liggsäd i några av försöksrutorna vilket för- svårade klippningen och räkningen vid skördetillfället och gör att resultatet blir mer osäkra. Själva försöket var endast uppbyggt på att fyra löpmetrar räknades, klipptes och tröskades. Hur väl de fyra löpmetrarna representerade hela försöksrutorna blir därför avgörande för resultaten. Om en riktig försökströska använts hade man fått en säkrare rutskörd.

Det gjordes ingen vattenhaltsanalyser direkt vid klippning utan 2 veckor senare vid tröskningen i samband med analys. Under tiden stod de klippta axen i torkrum. Det gör att skattningen av skörden vid klippning blir en uppskattning vilket gör att det kan vara vanskligt att jämföra skör- darna med skördar från andra försök. Däremot spelar det ingen (eller väldigt liten) roll för jäm- förandet mellan leden och de två platserna i försöket, då alla klippningar inom försöket behand- lades likadant.

Vid jordprovtagningen togs endast ett generalprov, d.v.s. ett samlingsprov från varje försöks- plats och inte från varje försöksruta. För att ytterligare förbättra framtida försök bör en prov- tagning per ruta göras istället för ett prov per försöksplats.

Eftersom försöket endast varit utlagt ett år och på ett fält kan man inte dra allt för generella slutsatser från resultatet. För det skulle det krävas ett större försökunderlag. Eventuellt skulle man kunna tänka sig att man simulerar skillnaderna mellan ler och sandjorden bättre genom att skapa en ”dålig” såbädd på lerjorden och en bättre såbädd på sandjorden. I årets försök var det liten skillnad i såbäddskvalitet, men trots det signifikanta skillnader i såväl uppkomst, utveck- ling och skördekvantiteter. Ett annat resultat hade kanske uppnåtts genom att lägga försöket ett år med sämre förutsättningar.

6 SLUTSATSER

Resultatet från detta projekt visar att det finns stöd att använda texturen i marken för att variera utsädesmängden. Resultatet visar att det finns en skillnad mellan uppkomst och plantutveckling på de olika jordarna och att skörde kvaliteten kan påverkas genom att ändra utsädesmängden. Även om det teoretiskt finns stora möjligheter att variera utsädesmängden efter fältförhållanden är det inte en praxis som kan användas tillförlitligt baserat endast på detta försök för att uppnå en specifik önskad effekt på sammansättningen på spannmåls kärnan.

Varierad utsädesmängd och interaktionen mellan textur och utsädesmängd kan inte tillförlitligt eller konsekvent korreleras till kärnskörd eller spannmålskompositionen. Kärnskörden gick inte att signifikant särskilja mellan varken olika utsädesmängd eller på de olika jordarterna.

Att utnyttja jordvariationer och resultatet i denna studie för att bestämma optimal utsädesmängd är begränsat, men däremot kan det fastslås att det finns stora skillnader mellan försöksplatserna, trots goda såbäddsförhållanden på lerjorden.

Utifrån försöket kan inte en specifik utsädesmängd som är optimal bestämmas för de båda provplatserna och inte heller hur utsädesmängden specifikt skall variera efter texturen. Men den skillnad som ses mellan provplatserna visar att de två provplatserna skiljer sig åt och att den skillnaden sannolikt kan härledas till texturen. Utgångspunkten var att försöka kompensera en sämre uppkomst på lerjorden genom att öka utsädesmängden. Men det här torra året som varit har resulterat i att lerjorden haft en fördel jämnt emot sandjorden då den haft bättre vattenhållande förmåga. Det understöds även av den lägre proteinhalten på lerjorden som visar på att den skulle ha behövts gödslas mer. Som förväntat enligt litteraturen går det inte att påverka avkastningen i en större utsträckning genom att variera utsädesmängden.

Med stöd i litteraturen och i försöket anser jag att det finns en klar fördel med att variera utsädesmängden efter variationer i textur. Tills fler omfattande studier har gjorts kan det inte bestämmas exakt hur utsädesmängden ska variera efter lerhalten i marken, men till dess anser jag att den väg att gå är en medelväg där utsädesmängden inte skall ökas statistiskt efter lerhalten i marken utan även beakta andra faktorer som såbäddskvaliteten och texturen/strukturen i marken.

Baserat på studien behöver ytterligare forskning genomföras för att bättre förstå sambandet mellan jordegenskaper som textur, utsädesmängd, och dess interaktioner för att i framtiden kunna hantera rumsliga variationer. Inget år är likt det förra och därför bör större försök läggas ut med fler upprepningar på olika platser med olika förutsättningar, samt göra ekonomiska beräkningar för att bestämma när det är lönsamt att variera och när det inte är det.

7 TACK

Tack till Henrik Stadig som varit en del i alla praktiska delar rörande utförande av projektet.

Tack till Johanna Wetterlind för hennes utmärkta arbete som handledare som gett mig bra och konstruktiv kritik för att förbättra och underlätta mitt arbete med projektet.

Tack till Lanna Försöksstation och dess personal för deras trevliga bemötande och hjälpen med tröskning och analys av försöket.

8 REFERENSER

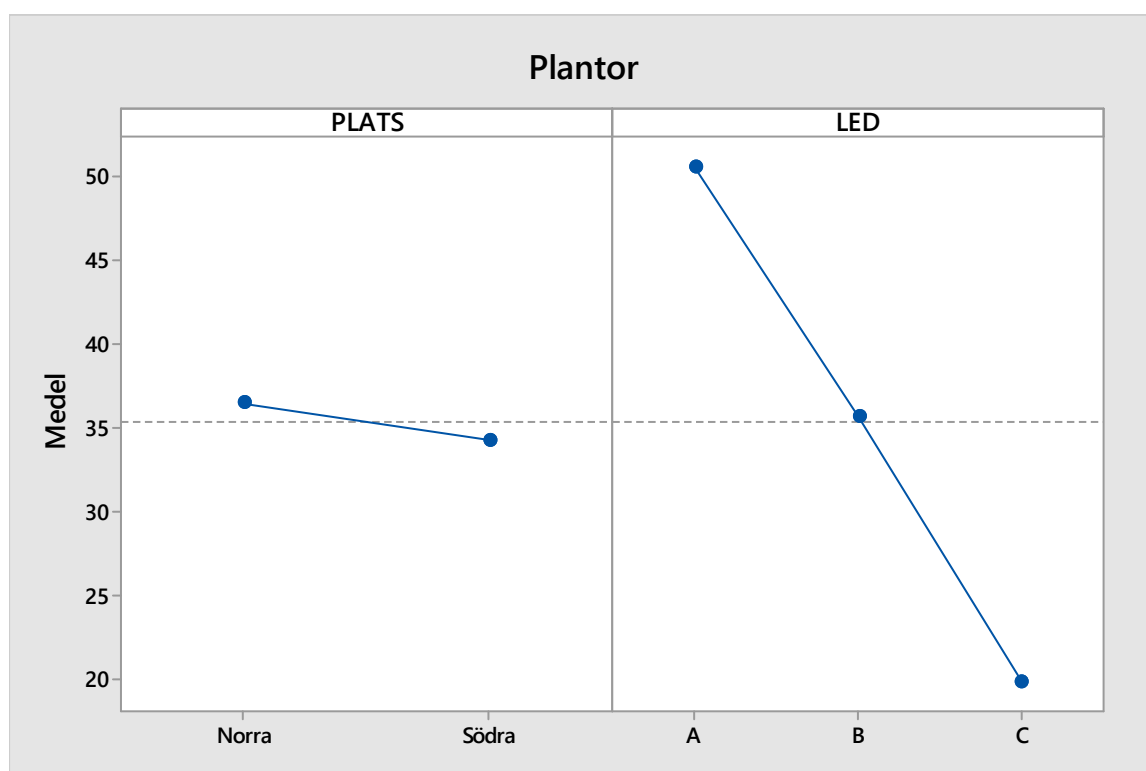
- Adamchuk, V.I., Hummel, J.W., Morgan, M.T. & Upadhyaya, S.K. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44(1), ss. 71-91.
- Akins, M.S. (2008). *Nutritive value of fall-grown cereal-grain forages and effect of wheat type on incidence of bloat in cattle*. Diss. Ann Arbor, United States - Arkansas: University of Arkansas.
- Andersson, B. (1983). *Odlingstekniska försök med höstvete*. Uppsala: Uppsala.
- Andersson, B. (1988). *Utsädesmängder i vårsäd med och utan ogräsbekämpning* (Ogräs och ogräsbekämpning: SLU, Institutionen för växtodling.
- Andersson, B. (1992). Utsädesmängder i stråsäd och oljevaxter.
- Andersson, B. (2009). *Försökshandboken del 1 - Planering och genomförande*.
- Andersson, B. & Larsson, S. (1989). *Utsädesmängder och kvävegödsling till höstvete* (Växtodling: SLU, Institutionen för växtodlingslära.
- Aubert, B.A., Schroeder, A. & Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems*, 54(1), ss. 510-520.
- Batalova, G. & Gorbunova, L. (2009). Oat yield and seed quality depending on sowing rate. *Russian Agricultural Sciences*, 35, ss. 18–19.
- Bauer, A. (2010). *Utsädesmängd och såtid i havre*. www.sverigeforsoken.se.
- Benaragama, D. & Shirliffe, S.J. (2013). Integrating Cultural and Mechanical Methods for Additive Weed Control in Organic Systems. *Agronomy Journal*, 105(6), ss. 1728-1734.
- Bostrom, U., Anderson, L.E. & Wallenhammar, A.C. (2012). Seed distance in relation to row distance: Effect on grain yield and weed biomass in organically grown winter wheat, spring wheat and spring oats. *Field Crops Research*, 134, ss. 144-152.
- Cima, R.D., #39, Antuono, M.F. & Anderson, W.K. (2004). The effects of soil type and seasonal rainfall on the optimum seed rate for wheat in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(6), ss. 585-594.
- Eckersten, H., Jansson, P.-E., Karlsson, S., Lindroth, A., Persson, B., Perttu, K., Carlsson, M., Lewan, L. & Blombäck, K. (1997). En introduktion till biogeofysik.
- Eriksson, J. (2011). *Marklära*. 1. uppl. uppl. Lund: Lund : Studentlitteratur.
- Farid, H.U., Bakhsh, A., Ahmad, N., Ahmad, A. & Mahmood-Khan, Z. (2016). Delineating site-specific management zones for precision agriculture. *Journal of Agricultural Science*, 154(2), ss. 273-286.
- Fogelfors, H. (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. Stockholm: Stockholm : Natur och kultur/LT i samarbete med Sveriges lantbruksuniv.
- Forkman, J. (2016). Personal Communication.
- Fountas, S., Carli, G., Sørensen, C.G., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Vatsanidou, A., Liakos, B., Canavari, M., Wiebensohn, J. & Tisserye, B. (2015). Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115, ss. 40-50.
- Frank, B. (2004). *Konsumtion av olika helsädesgrödor hos växande ungnöt*. (SLF Rapport.
- Gebbers, R. & Adamchuk, V.I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327(5967), ss. 828-831.

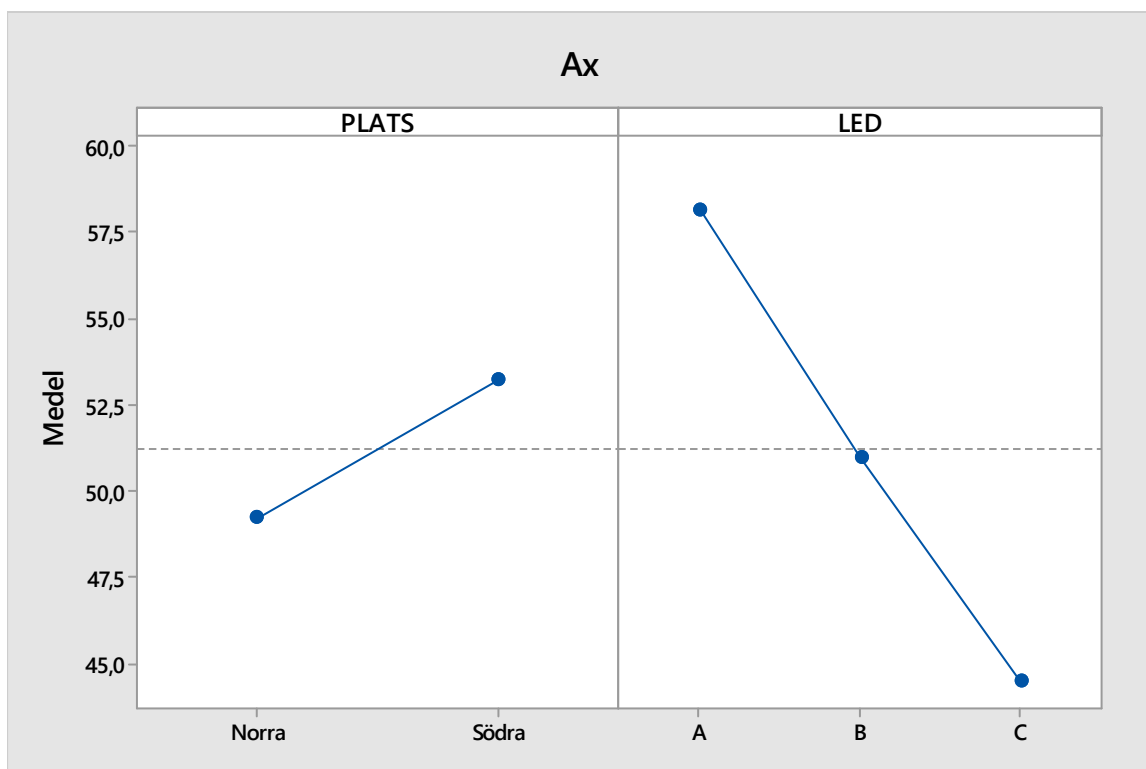
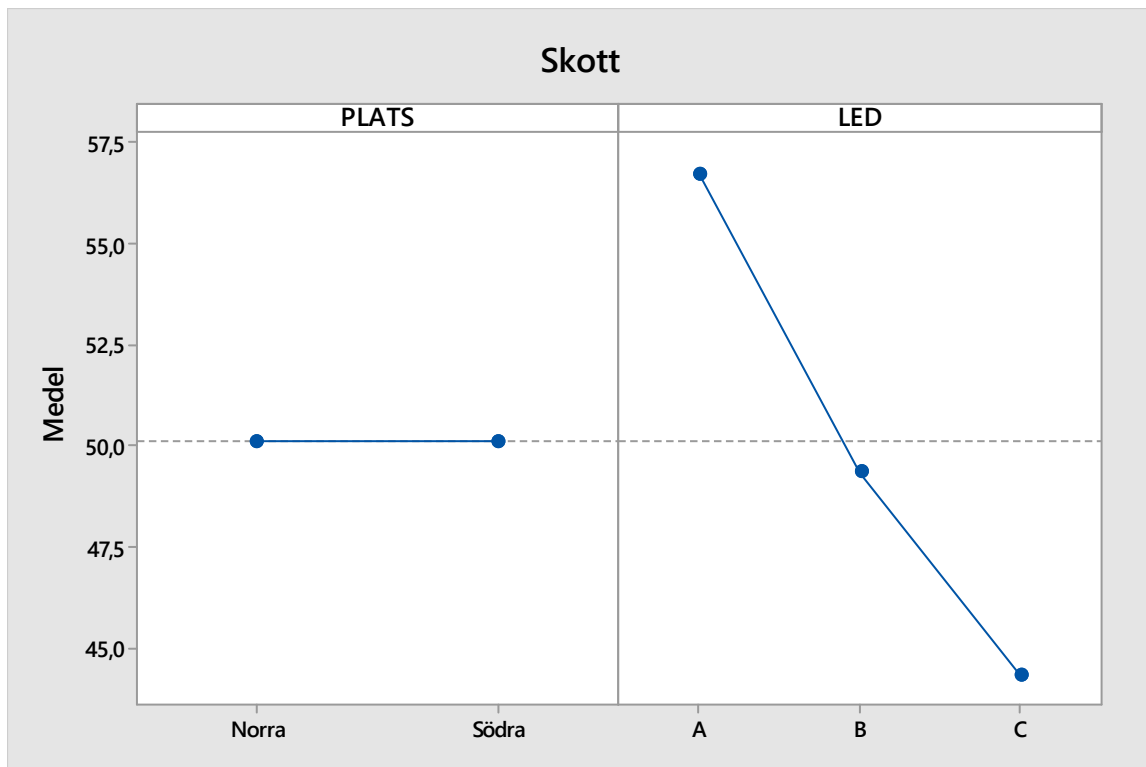
- Gooding, M.J., Pinyosinwat, A. & Ellis, R.H. (2002). Responses of wheat grain yield and quality to seed rate. *The Journal of Agricultural Science*, 138(3), ss. 317-331.
- Griffin, S. & Hollis, J. (2013). Using profile soil electrical conductivity survey data to predict wheat establishment rates in the United Kingdom. *Precision Agriculture '13*, ss. 491-497.
- Gunnarsson, C., Olsson, J., Lundin, G. & toro, A.d. (2008). *Spannmål till energi- ökad lönsamhet genom anpassning av odlingsssystem*. Uppsala: Institutionen för energi och teknik
- Gustavsson, K. (2015). *Hållbart jordbruk genom precisionsodling en förstudie från Öresund-Kattegat-Skagerrak-området*. Skara: Skara : Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hajighasemi, S., Keshavarz-Afshar, R. & Chaichi, M.R. (2016). Nitrogen Fertilizer and Seeding Rate Influence on Grain and Forage Yield of Dual-Purpose Barley. *Agronomy Journal*, 108(4), ss. 1486-1494.
- Hammar, O. & bingefors, S. (1978). *Växtodlingslära. D. 2, Växterna*. Stockholm: Stockholm : LT.
- Hawkesford, M.J. (2014). Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *Journal of Cereal Science*, 59(3), ss. 276-283.
- Heege, H.J. (2013). Site-Specific Sowing. I: Heege, J.H. (red.) *Precision in Crop Farming: Site Specific Concepts and Sensing Methods: Applications and Results*. Dordrecht: Springer Netherlands, ss. 171-192. Tillgänglig: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-6760-7_8.
- Hewson, R.D., Cudahy, T.J., Jones, M. & Thomas, M. (2012). Investigations into Soil Composition and Texture Using Infrared Spectroscopy (2–14 m). *Applied and Environmental Soil Science*, 2012, s. 12.
- Jamal, A., Moon, Y.S. & Abdin, M.Z. (2010). Sulphur -a general overview and interaction with nitrogen. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7), ss. 523-529.
- Jenner, C., Denyer, K. & Guerin, J. (1995). Thermal Characteristics of Soluble Starch Synthase From Wheat Endosperm. *Functional Plant Biology*, 22(4), ss. 703-709.
- Kolb, L.N., Gallandt, E.R. & Mallory, E.B. (2012). Impact of Spring Wheat Planting Density, Row Spacing, and Mechanical Weed Control on Yield, Grain Protein, and Economic Return in Maine. *Weed Science*, 60(2), ss. 244-253.
- Kolb, L.N., Gallandt, E.R. & Molloy, T. (2010). Improving weed management in organic spring barley: physical weed control vs. interspecific competition. *Weed Research*, 50(6), ss. 597-605.
- Martre, P., Porter, J.R., Jamieson, P.D. & Triboï, E. (2003). Modeling Grain Nitrogen Accumulation and Protein Composition to Understand the Sink/Source Regulations of Nitrogen Remobilization for Wheat. *Plant Physiology*, 133(4), ss. 1959-1967.
- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J. & Spaner, D. (2007). Cultivar and seeding rate effects on the competitive ability of spring cereals grown under organic production in northern Canada. *Agronomy Journal*, 99(5), ss. 1199-1207.
- Melkerud, P.-A. (2011). *Liten Geologisk Encyklopedi. Sveriges Lanbruks Universitet, Institutionen för Mark och Miljö*.
- Nakamura, Y. (1996). Some properties of starch debranching enzymes and their possible role in amylopectin biosynthesis. *Plant Science*, 121(1), ss. 1-18.
- Nationalencyklopedin Romersk Kvadrant.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/romersk-kvadrat> [12-03].
- Nationalencyklopedin Variansanalys.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/variansanalys> [12-03].

- Norgren, M. & Ericsson, L. (2004). Ekologisk Sortprovning 2003 - korn och havre. *Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap*, 1.
- O'Donovan, J.T., Clayton, G.W., Grant, C.A., Harker, K.N., Turkington, T.K. & Lupwayi, N.Z. (2008). Effect of nitrogen rate and placement and seeding rate on barley productivity and wild oat fecundity in a zero tillage system. *Crop Science*, 48(4), ss. 1569-1574.
- Park, S.E., Benjamin, L.R. & Watkinson, A.R. (2003). The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. *Annals of Botany*, 92(6), ss. 741-748.
- Redaktion, R. *Kvarnvet, kvalitetskrav och tester*. <http://ravarumarknaden.se/kvarnvet-kvalitetskrav-och-tester/> [12-05].
- Roland, B. (2015). *Utsädesmängd och DON i havre*. (Sverigeförsöken 2015 ;MELLANSVERIGE.
- Rosenqvist, H. (2002). *Möjligheter till sortering av spannmål*. Uppsala: Uppsala : JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Schillinger, W.F. (2005). Tillage Method and Sowing Rate Relations for Dryland Spring Wheat, Barley, and Oat. *Crop Science*, 45(6), s. 2636.
- Shanahan, J.F., Doerge, T.A., Johnson, J.J. & Vigil, M.F. (2004). Feasibility of site-specific management of corn hybrids and plant densities in the Great Plains. *Precision Agriculture*, 5, ss. 207–225.
- Shewry, P.R. & Halford, N.G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), ss. 947-58.
- Sjöholm, N., Elmquist, H., Persson, C., Melin, M., Arvidsson, J. & Karlsson, O. (2015). *Checklista för optimal höstveteskörd* (Rapporter från Jordbearbetningen. SMHI Årssammanställning, Väder. <http://www.smhi.se/klimat/arssammanstallningar/vader> [12-05].
- Stewart, C.M., McBratney, A.B. & Skerritt, J.H. (2002). Site-Specific Durum Wheat Quality and Its Relationship to Soil Properties in a Single Field in Northern New South Wales. *Precision Agriculture*, 3(2), ss. 155-168.
- Tompkins, D.K., Hultgreen, G.E., Wright, A.T. & Fowler, D.B. (1991). Seed Rate and Row Spacing of No-Till Winter Wheat. *Agronomy Journal*, 83(4), ss. 684-689.
- Triboi, E. & Triboi-Blondel, A.-M. (2002). Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem—invited paper. *European Journal of Agronomy*, 16(3), ss. 163-186.
- Wiik, L. & Yngvesson, N. (2008). *Odling av malkorn- fem faktorerers inverkan på avkastning och kvalitet*. (Skånska Lantbruk.
- Wrigley, C.W. (2010). Cereal-grain morphology and composition. I: *Cereal Grains* Woodhead Publishing, ss. 24-44. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845695637500115>.
- Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D. & Micanovic, D. (2014). Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(1), ss. 23-28.
- Zhang, N., Wang, M. & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2–3), ss. 113-132.
- Zhou, M.X., Roberts, G.L., Robards, K., Glennie-Holmes, M. & Helliwell, S. (1998). Effects of sowing date, nitrogen application, and sowing rate on oat quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49(5), ss. 845-852.

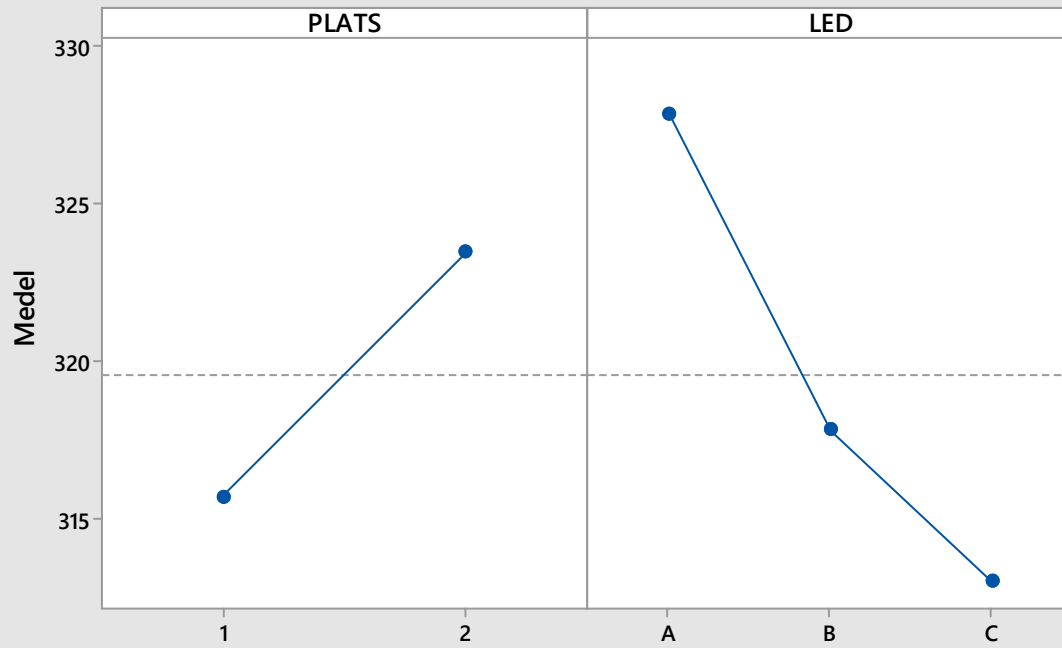
9 BILAGOR

RUTA	SKÖRD (G)	VATTENHALT, (LABB %)	PROTEIN (%)	STÄRKELSE (%)	RYMDVIKT (G/L)	RÅFETT (%)	NDF	N-FAKTOR	KVÄVE (N%)
A1 N	313,7	8,9	10,9	52,67	611,2	4,8	19	6,25	1,74
A2 N	323,7	8,9	10,2	57,30	613,2	4,8	15	6,25	1,63
A3 N	325,2	8,8	10,7	55,24	617,3	4,8	16	6,25	1,71
B1 N	260,0	8,7	10,5	53,58	608,1	5,1	21	6,25	1,68
B2 N	346,4	9,1	10,4	55,21	615,1	4,7	19	6,25	1,66
B3 N	302,3	8,9	10,7	53,97	605,8	5	22	6,25	1,71
C1 N	274,1	8,5	10,8	50,95	581,6	4,9	27	6,25	1,73
C2 N	311,5	9,0	10,9	54,10	594,9	4,6	20	6,25	1,74
C3 N	384,2	9,1	11,1	54,12	599,8	4,7	19	6,25	1,78
A1 S	352,4	10,0	9,5	57,92	618,2	4,9	17	6,25	1,52
A2 S	331,4	10,0	9,8	57,88	609,8	4,8	18	6,25	1,57
A3 S	320,9	10,0	10,0	56,63	606,6	4,6	19	6,25	1,60
B1 S	321,3	10,3	9,1	58,38	608,1	4,9	18	6,25	1,46
B2 S	376,2	10,1	9,8	56,97	612,2	5	18	6,25	1,57
B3 S	300,8	9,9	9,9	56,02	602,0	4,7	19	6,25	1,58
C1 S	324,6	9,9	10,4	55,11	614,4	4,6	19	6,25	1,66
C2 S	272,9	10,1	10,4	54,58	601,1	4,8	19	6,25	1,66
C3 S	310,8	10,0	10,0	56,63	606,6	4,6	19	6,25	1,60

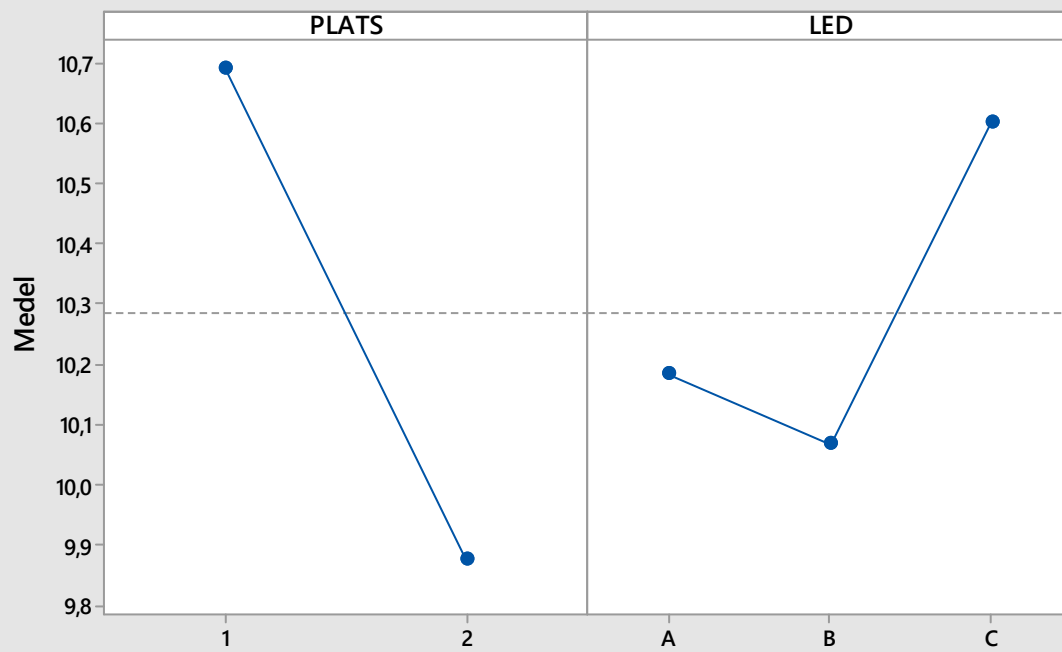




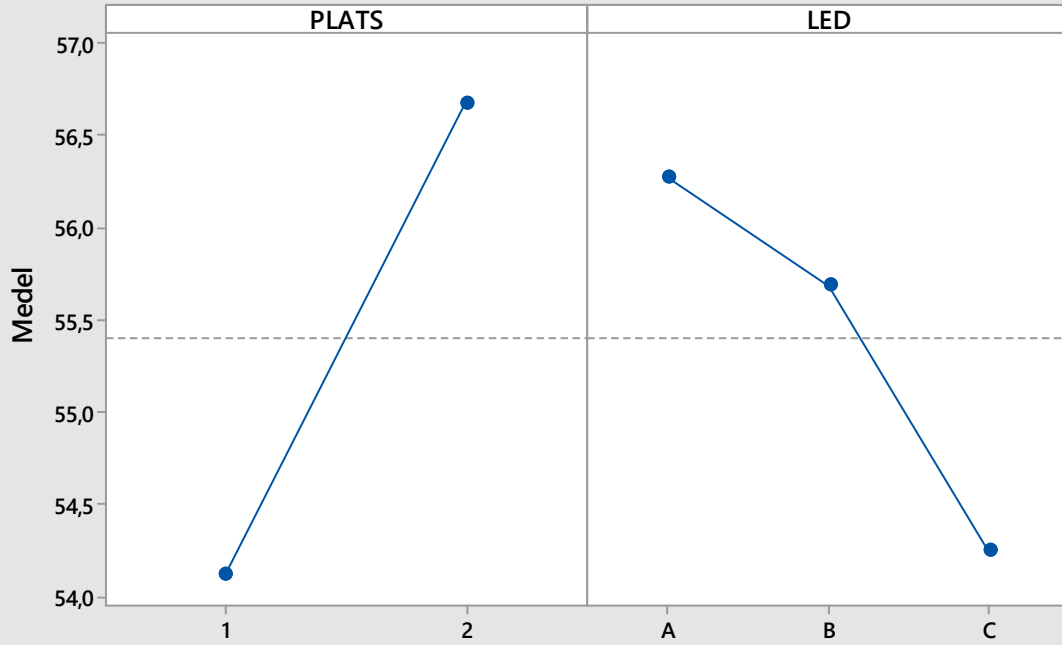
Skörd



Protein



Stärkelse



Rymdvikt

