

Utsädesbehandling med växtnäring för en snabb uppkomst och förbättrad ogräskonkurrens i vårvete

Seed-coating with mineral nutrients for rapid emergence and improved weed competition in spring wheat

Rickard Hagdahl



Institutionen för växtproduktionsekologi
Självständigt arbete i biologi – magisterarbete, 30 hp
Agronomprogrammet mark/växt
Uppsala 2020

Utsädesbehandling med växtnäring för en snabb uppkomst och förbättrad ogräskonkurrens i vårvete

Seed-coating with mineral nutrients for rapid emergence and improved weed competition in spring wheat

Rickard Hagdahl

Handledare: Anneli Lundkvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Bitr. handledare: Eva Edin, Hushållningssällskapet (HS Konsult AB)

Examinator: Theo Verwijst, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - magisterarbete

Kursansvarig inst.: Institutionen för växtproduktionsekologi

Kurskod: EX0732

Program/utbildning: Agronomprogrammet mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: *Galium aparine*, foto av Andreas Rockstein (2018)
<https://flic.kr/p/Jeda2N>

Serietitel: Examensarbete, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

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

Nyckelord: betning, höjdtillväxt, marktäckningsgrad, mikronäringsämnen, ogräsbekämpning, ogräskonkurrens, uppkomsttid, utsädesbehandling, vårvete

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences
NJ-fakulteten
Institutionen för växtproduktionsekologi

Sammanfattning

Enligt EU-direktivet ”Hållbar användning av bekämpningsmedel” måste mängden kemiska bekämpningsmedel minska inom jordbruket. Idag tillämpas integrerat växtskydd (IPM = integrated pest management) som arbetsmetod för att minska användningen av växtskyddsmedel. Detta arbetssätt fokuserar på förebyggande åtgärder mot växtskadegörare och ogräs. Även bevakning, behovsanpassning och uppföljning ingår som centrala delar i integrerat växtskydd. Lantbrukare har idag svårigheter att hantera ogräsproblematiken på ett hållbart sätt. Problem finns både i ekologisk produktion, där en större mängd mekanisk bekämpning behövs och inom konventionell odling som ofta tillämpar kemisk bekämpning istället. En förebyggande åtgärd som har börjat undersökas i Sverige är utsädesbehandling med växtnäring. Metoden har potential att bli en del av integrerat växtskydd i Sverige. Förutom att den har möjlighet att förbättra uppkomsten och den tidiga tillväxten hos grödan skulle metoden kunna användas i förebyggande syfte mot ogräs. Grödans konkurrensförmåga mot ogräs skulle kunna förbättras om uppkomsten och den tidiga tillväxten kan påskyndas.

Hushållningssällskapet (HS Konsult AB) har under säsongen 2019 startat ett projekt i samarbete med Yara och NoroTec för att undersöka potentialen med näringsbehandlat utsäde och dess inverkan på grödans konkurrensförmåga mot ogräs. Projektet är finansierat av Landsbygdsprogrammet som ger stöd och ersättningar för nya innovationer inom jordbruket. Sammanlagt har tretton demonstrationsodlingar anlagts i Mellansverige, Östergötland och Skåne. I denna studie har demonstrationsodlingarna med vårvete i Örsundsbro utanför Enköping i Uppland och i Säbylund utanför Kumla i Närke undersökts. Demonstrationsodlingar är uppbyggda som försök med tre olika led (en kontroll och två näringsbetningsprodukter). I båda demonstrationsodlingarna har antalet grödplantor per löpmeter, marktäckningsgrad (gröda och ogräsarter) och ovanjordisk biomassa (gröda och ogräsarter) utvärderats. Vidare har ett kontrollerat lådförsök genomförts vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Uppkomsttid, uppkomstfrekvens, höjdtillväxtutveckling och ovanjordisk biomassa hos vårvete har jämförts mellan obehandlat och två näringssubstrat, i både ogödslat och gödslat odlingssubstrat.

Resultaten från demonstrationsodlingarna visade inga signifikanta skillnader mellan leden med obehandlat och näringsbehandlat utsäde med avseende på antalet plantor per löpmeter, grödans marktäckningsgrad och ovanjordisk biomassa hos gröda och ogräs. Utsädesbehandling med växtnäring påvisade således inga tydliga effekter på grödans konkurrensförmåga mot ogräs. Ogräsen biologiska och väderförhållanden verkade ha en större inverkan på ogräsmängden inom fältet där effekten från näringsbehandlingen inte anses vara tillräcklig. Liknande resultat påvisades i lådförsöket där inga signifikanta skillnader hittades i uppkomsttid, uppkomstfrekvens, höjdtillväxt och ovanjordisk biomassa mellan vårveplantor från obehandlat och näringsbehandlat utsäde, och mellan gödslad och ogödslad odlingssubstrat. Sammanfattningsvis är näringsbehandling ingen självklar metod för att påskynda uppkomst, grödans tidiga tillväxt eller förbättra grödans konkurrensförmåga mot ogräs utifrån resultaten i denna studie. Hela projektet består dock av tretton demonstrationsodlingar 2019 och nio demonstrationsodlingar är planerade under 2020 där det sammanlagda resultatet kan få ett annat utfall. I framtiden behövs mer forskning inom området för att säkerställa näringsbehandlingens effekt.

Nyckelord: betning, höjdtillväxt, marktäckningsgrad, mikronäringsämnen, ogräsbekämpning, ogräskonkurrens, uppkomsttid, utsädesbehandling, vårvete

Abstract

According to the EU directive "Sustainable use of pesticides", the amount of chemical pesticides must be reduced in agriculture. Today, integrated pest management (IPM) is applied as a working method to reduce the use of pesticides. This approach focuses primarily on preventive measures against plant pests and weeds. Farmers today find it difficult to handle the weed problem in a sustainable way. Problems exist both in organic production, where a greater amount of mechanical control is needed, and in conventional cultivation that often apply chemical control instead. A preventive measure that has begun to be investigated in Sweden is seed treatment with mineral nutrition that has the potential to become part of integrated plant protection. In addition to being able to improve the yield and early growth of the crop, the method could be used for the prevention of weeds. The crop's competitiveness against weeds can be improved if emergence and early growth are accelerated.

During the 2019 season, The Rural Economy and Agricultural Societies (Hushållningssällskapet, HS Konsult AB) has started a project in collaboration with Yara and NoroTec to investigate the potential of nutrient-treated seed and its impact on the crop's competitiveness against weeds. The project is funded by the Rural Program, which provides support and compensation for new innovations in agriculture. Thirteen field demonstrations have been established in Central Sweden, Östergötland and Skåne. In this study, the field demonstrations with spring wheat from Örsundsbro and Säbylund were investigated. Field demonstration were designed as block trail with three different treatments (one control and two nutrient-treated products) In each field location, parameters such as the number of plants per linear meter, soil coverage (crop and weeds) and weight of biomass (crop and weeds) were evaluated. In addition to the field demonstration, a box experiment was conducted at the Swedish University of Agricultural Sciences in Uppsala. Emergence time, emergence frequency, height growth and above-ground biomass in spring wheat was compared between untreated and two nutrient substrates, grown in fertilized and unfertilized soil substrate.

There were no significant differences in the number of plants per linear meter, soil coverage and above-ground biomass between untreated and nutrient-treated seed at the field demonstrations. Within each parameter, the results varied widely, where seed treatment with mineral nutrient showed no clear effect on the crop's competitiveness against weeds. The biology of weeds and weather conditions appear to have a higher impact on the number of weeds in the field than the effects from the nutritional treatment. A similar result was also found for the box experiment that showed no significant differences for emergence time, emergence frequency, height growth and above-ground biomass between untreated and nutrient-treated seeds. Neither was a difference found in these parameters between fertilized and unfertilized substrate. In summary, nutritional treatment is not an obvious method of accelerating the emergence, early growth of the crop or improving the crop's competitiveness against weeds based on the results of this study. However, the entire project consists of thirteen demonstration crops in 2019 and nine are planned in 2020, where the overall result may have a different outcome. In the future, more research is needed in this area to ensure the effect of nutritional treatment.

Keywords: coating, emergence time, height growth, micronutrients, priming, soil coverage, spring wheat, weed competition, weed control

Populärvetenskaplig sammanfattning

Idag står jordbruket i Sverige inför stora utmaningar att kunna hantera ogräsbekämpningen i växtodlingen på ett hållbart sätt. Inom ekologisk produktion är behovet av mekanisk jordbearbetning stort för att motverka uppkomsten av ogräs medan växtskyddsmedel används i hög grad inom konventionell odling. Mer mekanisk bekämpning innebär större dieselåtgång, vilket leder till ökade koldioxidutsläpp. Vid användning av kemisk bekämpning är risken att omgivande vattenmiljö påverkas negativt och att resistens utvecklas över tid hos olika ogräsarter. Ett arbetssätt som har börjat användas idag för att bekämpa ogräs och växtskadegörare på ett mer hållbart sätt är integrerat växtskydd (IPM = integrated pest management). En viktig del av integrerat växtskydd är att förebygga problem med ogräs och växtskadegörare för att minimera användningen av kemisk bekämpning. Sådana åtgärder kan vara varierad växtföljd, sortval, god dränering, minimal markpackning mm.

I denna studie har utsädesbehandling med växtnäring undersökts som en förebyggande åtgärd för att stärka grödans konkurrensförmåga mot ogräs. Många ogräsarter har förmåga att börja gro vid låga temperaturer och kan därför konkurrera med grödan redan vid ett tidigt stadium. Om utsädet hos grödan förses med lättillgänglig mineralnäring redan från början kan uppkomsten och den tidiga tillväxten påskyndas, vilket leder till grödan kan få ett försprång gentemot ogräsen. För att undersöka näringsbehandlingens potential och dess förmåga att förbättra grödans ogräskonkurrerande förmåga har demonstrationsodlingar och lådförsök med vårvete genomförts 2019 med finansiering från Landsbygdsprogrammet. Innan sådd har utsädet tillsammans med en näringsprodukt blandats i en mobil betningsmaskin eller en cementblandare. I studierna jämfördes utsäde med två typer av näringsbetning med obetat utsäde. I lådförsöket studerades även skillnaden mellan gödslat och ogödslat led. I demonstrationsodlingarna undersöktes grödans marktäckningsgrad, ovanjordisk biomassa hos gröda och ogräs samt antal grödplantor per löpmeter. I lådförsöket utvärderades uppkomsttid, uppkomstfrekvens, höjdtillväxt och ovanjordisk biomassa-produktion.

Resultatet från demonstrationsodlingarna visade inga signifikanta skillnader mellan obehandlat och näringsbehandlat utsäde gällande marktäckningsgrad, biomassaproduktion och antal plantor per löpmetre. Klimatfaktorer och ogräsens biologi verkar ha en större inverkan på ogräsförekomsten inom fältet där näringsbehandlingen inte ger en tillräcklig effekt på grödans ogräskonkurrensförmåga. Liknande resultat hittades i lådförsöket där inga skillnader fanns i uppkomsttid, uppkomstfrekvens, höjdtillväxt och ovanjordisk biomassa mellan obehandlat och näringsbehandlat utsäde. Det fanns heller inga signifikanta skillnader mellan gödlat och ogödlat led. Utifrån denna studie verkar inte näringsbehandlat utsäde påskynda uppkomst eller den tidiga tillväxt hos grödan. Inget tyder på att grödans konkurrensförmåga mot ogräs förbättrades heller. Eftersom hela projektet består av tretton demonstrationsodlingar under 2019 och nio är planerade till 2020 kan det sammanlagda resultatet få ett annat utfall i slutändan. Sammanfattningsvis kommer mer forskning inom området att behövas i framtiden.

Förord

Denna studie görs i samarbete med Hushållningssällskapet (HS Konsult) AB och är mitt avslutande arbete i agronomprogrammet mark/växt vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala.

Ett stort tack till min handledare Anneli Lundkvist, forskare inom ogräsbiologi och ogräsreglering vid institutionen för växtproduktionsekologi, för vägledning och goda råd under hela arbetets utförande.

Jag vill även tacka Eva Edin som varit min handledare på Hushållningssällskapet | HS Konsult AB för all hjälp med insamling av data från fältförsöken och sammanställningen av rapporten.



Innehållsförteckning

Tabellförteckning	12
Figurförteckning	13
1 Inledning	15
2 Syfte och hypoteser	17
2.1 Avgränsningar	17
3 Bakgrund	19
3.1 Integrerat växtskydd	19
3.2 Förebyggande åtgärder	20
3.2.1 Konkurrens	20
3.2.2 Växtföljd	22
3.2.3 Utsädesmängd, beståndsupbyggnad och marktemperatur	22
3.3 Utsädesbehandling	24
3.3.1 Utsädesbehandling förbättrar utsädets egenskaper	24
3.3.2 Utsädesbehandling med mineralnäring	24
3.3.3 Utsädesbehandling med mineralnäring – ekonomisk nytta och miljöpåverkan	25
3.4 Projekt om utsädesbehandling med mineralnäring	26
4 Metod och genomförande	27
4.1 Demonstrationsodlingar	27
4.2 Lådförsök	29
4.3 Statistisk analys	30
5 Resultat	31
5.1 Demonstrationsodlingar	31
5.1.1 Väderförhållanden	31
5.1.2 Marktäckningsgrad gröda och ogräs	33
5.1.3 Antal grödplantor per löpmeter	37
5.1.4 Torrsubstansproduktion gröda och ogräs	38
5.2 Lådförsök	40
5.2.1 Uppkomst	40
5.2.2 Uppkomsttid	41
5.2.3 Höjdtillväxt	41

5.2.4	Torrsubstansproduktion	42
6	Diskussion	43
6.1	Demonstrationsodlingar	43
6.2	Lådförsök	46
6.3	Framtida forskning	47
7	Slutsats	48
	Referenslista	50
	Bilaga	56

Tabellförteckning

Tabell 1. Vilka näringsprodukter som har använts i varje led och preparatets innehåll.	28
Tabell 2. Marktäckningsgrad (%) för olika ogräsarter vid båda graderingstillfällena i Säbylund. Medel ± standardavvikelse.	36
Tabell 3. Marktäckningsgrad (%) för olika ogräsarter vid båda graderingstillfällena i demonstrationsodlingen i Örsundsbro. Medel ± standardavvikelse.	37
Tabell 4. Torrsubstansproduktion (g/0,25 m ²) för vårvete i Säbylund och Örsundsbro vid andra graderingstillfället. Medel ± standardavvikelse.	40
Tabell 5. Uppkomsttid (antal dagar mellan sådd och uppkomst) för led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) med och utan gödsling. Medel ± standardavvikelse.	41
Tabell 6. Höjdtillväxt (mm) för vårveteplantor efter 7, 14, 21 och 30 dagar efter sådd i led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (Norotec och YaraVita) utan tillförsel av gödsel. Medel ± standardavvikelse.	41
Tabell 7. Höjdtillväxt (mm) för vårveteplantor efter 7, 14, 21 och 30 dagar efter sådd i led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (Norotec och YaraVita) med tillförsel av gödsel. Medel ± standardavvikelse.	42

Figurförteckning

- Figur 1. Varje demonstrationsodling var uppbyggt av tre olika sårader (led) som upprepades tre gånger per odlingsplats, totalt nio sårader. Därefter fanns tre olika block (I, II, III) och en rutfördelning mellan varje led och block. (Källa: Fältkort) 29
- Figur 2. Månadsvis nederbörd i Örsundsbro under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI). 31
- Figur 3. Månadsvis nederbörd i Säbylund under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI). 32
- Figur 4. Månadsvis medeltemperatur i Örsundsbro under 2018/2019. Normal 1961-90 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI). 32
- Figur 5. Månadsvis medeltemperatur i Säbylund under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI). 33
- Figur 6. Marktäckningsgrad (%) för vårvete vid DC 31 i Säbylund och Örsundsbro. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse. 33
- Figur 7. Marktäckningsgrad (%) för vårvete vid DC 41 i Säbylund och i Örsundsbro vid DC 49. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse. 34
- Figur 8. Marktäckningsgrad (%) (medel) för ogräs vid första graderingstillfället (DC 31) i Säbylund. 34
- Figur 9. Marktäckningsgrad (%) (medel) för ogräs vid andra graderingstillfället (DC 41) i Säbylund. 35
- Figur 10. Marktäckningsgrad (%) (medel) för olika ogräsarter vid första graderingstillfället (DC 31) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro. 36
- Figur 11. Marktäckningsgrad (%) (medel) för olika ogräsarter vid andra graderingstillfället (DC 49) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro. 37
- Figur 12. Antalet vårveteplantor per löpmeter i Säbylund och Örsundsbro vid andra graderingstillfället. Vårvete var i stadium DC 49 i Örsundsbro och i stadium DC 41 i Säbylund. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse. 38
- Figur 13. Torrsubstansproduktion hos vårvete (g/0,25 m²). I demonstrationsodlingen i Örsundsbro var vårvetet i stadium DC 49 och i

Säbylund i stadium DC 41. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse.	38
<i>Figur 14.</i> Torrsubstansproduktion för de vanligaste ogräsarterna (g/0,25 m ²) (medel) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro.	39
<i>Figur 15.</i> Torrsubstansproduktion för de vanligaste ogräsarterna (g/ 0,25 m ²) (medel) i demonstrationsodlingen i Säbylund.	39
<i>Figur 16.</i> Uppkomst av vårmete (%) vid obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVital) i ogödslade (blått) och gödslade (gul) led. Medel ± standardavvikelse.	40
<i>Figur 17.</i> Torrsubstansproduktion (g/planta) vid obehandlat respektive näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) samt vid ogödslet (blått) och gödslet (gul) led. Medel ± standardavvikelse.	42

1 Inledning

Det svenska jordbruket har idag krav på sig att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel enligt EU-direktivet ”Hållbar användning av bekämpningsmedel”. Ett arbetssätt som har utformats utifrån direktivet är integrerat växtskydd (IPM = integrated pest management). Metoden bygger på att förebygga angrepp av ogräs och växtskadegörare samt tillämpa alternativa åtgärder istället för kemisk bekämpning (Gustafsson, 2012; Jordbruksverket, 2019). Ett problem inom den agrara näringen idag är att kunna hantera ogräsproblematiken på ett hållbart sätt. I ekologisk odling måste ofta ett flertal mekaniska bekämpningsåtgärder utföras. Större dieselåtgång och ökade utsläpp av koldioxid blir en följeffekt när ett jordbrukssystem har intensivare mekanisk jordbearbetning. I konventionell odling tillämpas istället användningen av herbicider som kan leda till resistensutveckling av olika ogräs. Även den omgivande miljön kan påverkas negativt där kemiska bekämpningsrester kan orsaka problem i grundvattnet och omkringliggande vattendrag.

För att hantera ogräsproblematiken på ett hållbart sätt är förebyggande åtgärder mycket viktig. Många av åtgärderna baseras utifrån IPM-modellen. Vanligtvis tillämpas metoder som varierad växtföljd, sortval, grödval, högre utsädesmängder, god dränering, minimal markpackning och strukturkalkning för att motverka ogräs på ett förebyggande sätt. Alla åtgärder bygger på att förstärka grödans konkurrensförmåga vilket minimerar ogräsen förmåga att etablera sig inom odlingen (Fogelfors, 2015; Jordbruksverket, 2019; Lundkvist, 2014). En förebyggande åtgärd som har börjat undersökas den senaste tiden i Sverige är näringsbehandlat utsäde för att få en snabbare uppkomst hos grödan (Stoltz, 2017; Stoltz and Wallenhammar, 2015; Svanström, 2017; Wahlquist, 2019). Metoden skulle även kunna vara en åtgärd för att stärka grödans konkurrensförmåga mot ogräs.

Vid sådden på våren är temperaturen i marken oftast låg ($< 10^{\circ}\text{C}$) och vid denna tidpunkt är ofta många näringsämnen svårtillgängliga för grödan (Farooq et al., 2012; Iqbal et al., 2012; Wiatrak, 2013). Det leder till att uppkomsten hos grödan går långsamt. Om utsädet behandlas med mineralnärning skapas möjligheter för fröet att förses med lättillgänglig näring redan från början, vilket leder till att uppkomsten och den tidiga tillväxten kan påskyndas (Farooq et al., 2012; Longnecker et al., 1991; Marcar & Graham, 1986; Wiatrak, 2013). Eftersom många ogräsfrön har förmågan att börja gro redan vid låga temperaturer är det viktigt att uppkomsten hos grödan påskyndas (Liljander, 2009). Det skapar förutsättningar för grödan att få ett försprång gentemot ogräsen. Behovet av mekanisk bekämpning och herbicid användning minskar dessutom (Fogelfors, 2015).

Idag är kunskapen relativt liten kring hur utsädesbehandling med mineralnärning påverkar grödans konkurrensförmåga mot ogräs i Sverige. En litteraturstudie, två demonstrationsodlingar och ett lådförsök har genomförts för att få en bättre bild av kunskapsläget inom ämnet. Fokus i arbetet har därför varit att sammanfatta den aktuella forskningen som finns inom ämnet och dessutom att studera vilka effekter näringsbehandlat utsäde med mineralnärning har på vårvetets förmåga att konkurrera med ogräs under svenska förhållanden.

2 Syfte och hypoteser

Huvudsyftet med arbetet är att undersöka hur näringsbehandlat utsäde med mineralnäring påverkar uppkomsten samt den tidiga tillväxten hos vårvete och därmed dess konkurrensförmåga mot främst örtogräs. Det skapar förutsättningar för en förbättrad ogräsreglering i ekologiska grödor och kan även minska herbicidanvändning. Följdeckterna blir bättre lönsamhet i lantbruksföretaget, arbetsmiljön för lantbruken förbättras och utsläppen av kemikalier till omgivande miljö minskar. Arbetet har utgått ifrån följande hypoteser:

- (I) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ger förbättrad och snabbare uppkomst hos vårvete.
- (II) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ökar tidig tillväxt hos vårvete.
- (III) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ger bättre ogräskonkurrens.
- (IV) Gödsling minskar effekten av näringsbehandlingen.

2.1 Avgränsningar

Hela projektet med näringsbehandlat utsäde består sammanlagt av tretton demonstrationsodlingar. Inom denna studie har endast två av dessa demonstrationsodlingar tagits med för att begränsa arbetet enligt ramarna för ett magisterarbete. I demonstrationsodlingarna har fokuset varit på att undersöka hur marktäckningsgraden hos både grödan och ogräsen har utvecklats under säsongen. Endast en klippning av den ovanjordiska biomassan genomfördes för att begränsa arbetets storlek. Ingen skörd av demonstrationsodlingar utfördes heller eftersom många andra parametrar undersöktes istället. Dessa undersökningar har främst gjorts för att undersöka hur grödans konkurrensförmåga mot ogräs har påverkats när utsädet har behandlats med

växtnäring. Ett lådförsök på SLU anordnades som ett komplement till demonstrationsodlingarna. I lådförsöket beslutades att undersöka parametrar som uppkomsttid, uppkomstfrekvens, höjdtillväxt och biomassaproduktion som funktion av betning. Även effekten av substratets näringsstatus (genom gödsling) på dessa parametrar undersöktes. Lådförsöket genomfördes för att undersöka hur uppkomsten och den tidiga tillväxten påverkas när utsädet behandlas med växtnäring.

3 Bakgrund

3.1 Integrerat växtskydd

Idag ställs stora krav på att jordbruket i Sverige ska vara hållbart. En viktig grundpelare i arbetet för ett hållbart lantbruk är integrerat växtskydd (IPM). Huvudmålet är att främja användningen av icke kemiska åtgärder och att minska användningen av kemiska växtskyddsmedel inom jordbruket (Bond & Grundy, 2001; Jordbruksverket, 2019). Integrerat växtskydd bygger främst på att förebygga problem med ogräs i första hand. Grödan måste få bästa möjliga förutsättningar att kunna konkurrera med ogräs på ett effektivt sätt. Förebyggande åtgärder som god markstruktur, väl-dränerad mark, rätt pH-värde, optimerad gödsling, varierad växtföljd och friskt utsäde är viktiga (Flint, 2012; Korres et al., 2018). Utöver ett förebyggande syfte bygger även IPM-modellen på biologiska, fysikaliska och mekaniska åtgärder där kemisk bekämpning är sista utvägen (Nyrén, 2013). Förebygg, bevaka, behovsanpassa och följa upp är fyra punkter som lantbrukaren idag måste ta hänsyn till för att arbeta enligt integrerat växtskydd. Dessa kontrollpunkter är framtagna av Jordbruksverket (Jordbruksverket, 2019).

3.2 Förebyggande åtgärder

3.2.1 Konkurrens

Olika typer av konkurrens

Det finns olika typer av konkurrens som kan uppstå i växtbestånd. Både interspecifik- och intraspecifik konkurrens kan fortgå samtidigt i ett bestånd. Den interspecifika konkurrensen uppstår endast mellan olika arter medan den intraspecifika konkurrensen uppkommer mellan individer av samma art (Harper, 2010). Det är en interspecifik konkurrens som sker mellan ogräs och grödor. Ogräs har en stor förmåga att anpassa sig till olika konkurrens-situationer som kan uppstå inom ett fält. Många ogräsarter har en förmåga att snabbt ta upp näring och har möjligheten att kunna lagra den. Denna förmåga ger en fördel om näringsbrist skulle uppstå i odlingsystemet (Hasanuzzaman, 2008). En gröda kan påverkas olika beroende på vilken kategori av konkurrens den utsätts för (Ricklefs & Miller, 2000). Vid ljusbegränsning hos grödan kommer rot/skott-kvoten att minska då plantan sträcker på sig och internoderna blir längre. När ogräs och gröda konkurrerar om näring och vatten kommer rot/skott-kvoten att öka hos grödan istället i och med grödans rotbildande förmåga. Oftast blir bestockningen mindre oavsett vilken konkurrens som grödan har utsatts för (Fogelfors, 2015).

Grödans konkurrensförmåga avgör behovet av ogräsbekämpning

Ogräs har förmågan att konkurrera om resurser med grödan både ovan och under marken, vilket sker via upptag av näring och vatten i rotzonen eller om ljuset ovan jord. Deras förmåga att konkurrera med grödan beror på ogräsartens biologi. Groningsegenskaper, växtsätt, fröbankens livslängd och dess övervintringsförmåga är egenskaper som är viktiga (Fogelfors, 2015). Konkurrensen uppstår när mängden resurser är lägre än vad växterna egentligen behöver tillgodogöra sig (Ricklefs & Miller, 1999). Behovet av en ogräsbekämpning beror starkt på konkurrensförhållandet mellan gröda och ogräs. Det finns flera parametrar som påverkar konkurrensförmågan hos en gröda. I en gröda som kan täcka marken tidigt är behovet av ogräsbekämpning oftast mindre. Egenskaper som påverkar marktäckningsgraden hos grödan är dess storlek, uppkomsttid och hur snabbt den växer (Lundkvist, 2014). I en gröda som är mer kortvuxen, har ett glesare bestånd och

växer långsammare är behovet av ogräsbekämpning oftast större. Den motsatta effekten gäller för en gröda som är robust och har en snabb uppkomst där konkurrensförmågan mot ogräs är större (Ross & Harper, 1972).

Det som påverkar en grödas konkurrensförmåga är främst uppkomsttiden och tillväxthastigheten. Beståndsuppbyggnaden hos grödan har även en stor betydelse som påverkas av radavstånd, såteknik och andra odlingsåtgärder. Internationella studier har visat att konkurrens som uppstår vid grödans tidiga tillväxtfas har en stor betydelse för dess utveckling under senare stadier (Lundkvist, 2014). Den senare tillväxten och slutligen skörden försämrar avsevärt om grödan har utsatts för konkurrens efter uppkomst. Antalet konkurrerande ogräsplantor men även hur nära plantorna står har en stor betydelse för grödans utveckling och tillväxt (Ross & Harper, 1972). Det som främst avgör vilka livsformer av ogräs som finns i fältet är vilken växtföljd som används och hur jordbearbetningen sker. I grödor som vårsäd, sockerbeter och potatis som endast ger en skörd under en vegetationsperiod utvecklas ogräs som är främst ettåriga. På en vall som är flerårig gynnas ogräs som har långlivade vegetativa organ istället. Om reducerad jordbearbetning eller direktsådd används kan även fleråriga ogräs etablera sig i konkurrensstarka ettåriga grödor (Fogelfors, 2015).

Konkurrensförmåga hos olika grödor

Generellt konkurrerar vårsådda grödor bättre än höstsådda grödor om utsädesmängd och näringstillgång är normal. Flera parametrar påverkar dock vilken av dessa två grupper som har bäst konkurrensförmåga. Övervintringsförmågan hos höstsådda grödor är en viktig faktor att ta hänsyn vid konkurrenssituationer. Om övervintringen har varit god kan höstsådda grödor konkurrera bättre än vårsådda grödor. Ett höstvetebestånd som är kraftigt och tätt har större konkurrensförmåga mot ogräs än ett vårsädesbestånd som är glest och svagt (Fogelfors, 2015; Lundkvist, 2014; Weiner et al., 2001). Oljeväxter och stråsäd har oftast ett bestånd som sluter sig tidigt, där tillväxten är snabb. Deras konkurrensförmåga förstärks dessutom av att mängden biomassa som produceras är stor. Sammantaget har oljeväxter och stråsäd en god förmåga att konkurrera med ogräs om etableringen är god. En vall som är väletablerad och tät har god konkurrensförmåga mot både ettåriga och fleråriga ogräs. Grödor som har svårare att konkurrera med ogräs är potatis, sockerbeter och ärtor. Deras bestånd sluter sig oftast långsamt och därför är deras förmåga att konkurrera om ljus och näring med ogräsen sämre. Det skapar möjligheter för ogräsen att lätt etablera sig i odlingen (Lundkvist, 2014).

Vårsäd har god förmåga att konkurrera med ogräs eftersom deras utveckling på våren går snabbt. Generellt har kornet den bästa konkurrensförmågan av vårgrödor på grund av sin förmåga att etablera sig snabbt i fältet (Fogelfors, 2015; Weiner et al., 2001). Kornet har ett upprätt växtsätt där en stor mängd energi överförs till huvudskottet som gör att längdtillväxten vid bestockningsfasen är stor (Lundkvist, 2014). Därefter kommer havre som har en bättre förmåga att beskugga ogräsen i senare stadier (Fogelfors, 2015; Olsen et al., 2005). Vårvete har sämst konkurrensförmåga som beror på grödans relativt öppna växtsätt. Fleråriga ogräs kan bli ett problem i odlingar av vårvete men även ettåriga ogräs kan orsaka stora svårigheter. På fält med stora mängder fleråriga ogräs bör odling av vårvete undvikas (Crafts, 1975). Normalt finns störst potential att minska mängden herbicider i vårsäd. Undantaget är när ogräs som åkertistel finns i odlingen. Då bör inte dosen med ogräsmedel reduceras (Lundkvist, 2014).

3.2.2 Växtföljd

Alla odlingsåtgärder och grödegenskaper som förstärker grödans etablering, tillväxt och konkurrensförmåga är viktiga för att förebygga angrepp av ogräs (Lundkvist, 2014). En varierad växtföljd är en av de viktigaste åtgärderna för att förebygga ogräsangrepp i fältet (Jordbruksverket, 2019). Det är viktigt att växla mellan vår- och höstsådda grödor eftersom många av ogräsen endast växer under en specifik period på året. Ett annat sätt att minska ogräsmängden är att växla mellan ettåriga och fleråriga grödor istället (Crafts, 1975). Den stora skillnaden mellan dessa två grupper är att jordbearbetning är mer intensiv i ettåriga grödor och därför stimuleras endast vissa ogrästyper, främst annueller.

3.2.3 Utsädesmängd, beståndsuppbyggnad och marktemperatur

Såbäddsberedning och sådd har en stor inverkan på hur etableringen blir. Det är helt avgörande att dessa moment skapar förutsättningar för en jämn och snabb uppkomst hos grödan. Även den horisontella plantfördelningen måste bli jämn (Fogelfors, 2015). Utsädeskvalitén har även stor betydelse för om uppkomsten ska bli snabb och jämn. Dessutom ska utsädet vara rent, friskt och ha hög grobarhet. Att utsädet är rent är helt avgörande för att minimera risken för ogrässpridning till nya fält. Om lantbrukaren tar utsäde från egen skörd bör alltid en rensning och analys göras för att undvika spridning av ogräsfrön (Jordbruksverket, 2019).

Utsädesmängden påverkar grödans täthet som i sin tur styr plantornas storlek och förgrening. En högre planttäthet leder till bättre konkurrensförmåga eftersom ogräsens tillväxt hämmas i större omfattning om beståndet blir tätare hos grödan (Lundkvist, 2014). Vid en för hög utsädesmängd börjar dock plantor inom beståndet att konkurrera med varandra som leder till att skördeavkastningen avtar istället. En lagom utsädesmängd är därför att rekommendera för att undvika stor uppkomst av ogräs samtidigt som den intraspecifika konkurrensen hos grödan blir låg (Fogelfors, 2015). Jämnheten i beståndet har även stor betydelse för grödans konkurrenskraft mot ogräs. Det är viktigt att avståndet mellan plantorna i ett bestånd är lika både i och mellan raderna som leder till att ljus, näring samt vatten kan utnyttjas på ett mer effektivt sätt. Ogräsen får svårare att etablera sig i odlingen och grödan kan på ett mer optimalt sätt ta upp resurser. En jämn plantfördelning blir även viktigare desto mer ogräs som finns i beståndet (Lundkvist, 2014). I praktiken är inte alltid ett jämnt radavstånd helt optimalt. Det beror på att uppkomsten eventuellt kan bli snabbare när plantorna tillsammans bryter igenom markytan än när ett bestånd är glesare och har en jämnare plantfördelning. Det är även oftast dyrt och tekniskt svårt att åstadkomma en helt perfekt plantfördelning inom ett bestånd (Fogelfors, 2015).

Vid sådd är marktemperaturen oftast låg och ligger runt 5 °C (Fogelfors, 2015). Lägre temperatur i marken medför att många av näringsämnen är svårtillgängliga för grödan och som gör att uppkomsten går långsamt (Engels and Marschner, 1992; Miyasaka and Grunes, 1990). Normalt har stråsäd en optimal temperatur för groningen och tillväxt vid 20–25 °C (Huang et al., 1991; Khah et al., 1986). Eftersom många ogräs kan börja växa redan vid låga temperaturer är det viktigt att uppkomsten hos grödan går snabbt. Till exempel ogräs som våtarv kan börja gro redan vid 0 °C och kan därför fort börja konkurrera med huvudgrödan. De flesta ogräs gynnas även av växlande temperatur som det ofta är under våren (Liljander, 2009). Med hjälp av utsädesbehandling med växtnäring kan grödan få tillgång till lättillgänglig näring redan vid låga temperaturer och uppkomsten kan därmed ske snabbare. Det leder till att rottillväxten i tidiga stadier kan förbättras och medför att grödan kan få ett effektivare näringsupptag under hela sin livscykel (Hampson & Simpson, 1990; Huang et al., 1991).

3.3 Utsädesbehandling

3.3.1 Utsädesbehandling förbättrar utsädets egenskaper

Olika typer av utsädesbehandlingar har blivit allt vanligare inom agrara näringen idag och kan vara till stor nytta för den enskilde lantbrukaren vid odling av jordbruksgrödor. Den stora orsaken varför utsädesbehandlingar utförs är att förbättra utsädets egenskaper. Utsädesbetning är oftast ett annat ord för utsädesbehandling. Metoder som används för att behandla utsädet är t.ex. ”coating”, ”priming” samt pelletering (Svanström, 2017). Idag behandlas främst utsädet med preparat för att motverka sjukdomar och insektsangrepp. Andra orsaker till utsädesbehandling kan vara att förbättra groningen samt göra utsädet mer lätthanterligt för såmaskinen (Halmer, 2008). Begreppet ”coating” används när olika material tillsätts på fröet för att motverka angrepp av patogener eller olika insekter. Metoden kan även användas för att fröet ska få snabbare tillgång till mikronäring redan vid gröningsprocessens början. För att förbättra groningen och groddens tidiga tillväxt används metoden ”priming” som låter fröet genomgå olika metaboliska processer. Det leder till att uppkomsttiden minskar. Begreppen ”coating” och ”priming” översätts ofta till ordet utsädesbetning på svenska. Metoden pelletering innebär att skapa ett mer likvärdigt utsäde, där skillnader mellan partier i utsädet likställs. Denna utsädesbehandling används främst för att underlätta hanteringen i såmaskiner (Svanström, 2017).

3.3.2 Utsädesbehandling med mineralnäring

Utsädesbehandling med mineralnäring för att förbättra uppkomsten är en relativt ny metod som har börjat användas inom det svenska jordbruket (Svanström, 2017). Internationellt finns dock ett flertal studier som visar att näringsbehandlat utsäde har en förmåga att förbättra grödors uppkomst och skörd (Graham et al., 1999; Iqbal et al., 2012; Longnecker et al., 1991; Marcar & Graham, 1986; Mohsen et al., 2011; Moussavi-Nik et al., 1998; Yilmaz et al., 1998). Farooq et al. (2012) och Rengel & Graham (1995) har i sina studier visat att näringsämnen som zink, fosfor och kalium har haft en stor effekt på uppkomst och den tidiga tillväxten hos en gröda. Studier från Nepal har visat att utsäde av kikärt, ris och vete som var näringsbehandlat med bor- och zinklösning fick en snabbare uppkomst i jämförelse med obehandlade frön (Johnson et al., 2005). Broccolifrön som har näringsbehandlats med en borklösning hade en positiv inverkan på skjutkraften hos fröet samtidigt som uppkomsten blev snabbare (Memon et al., 2013). Studier som genomförts på dill har visat liknande resultat där uppkomsten blir

snabbare om utsädet har näringsbehandlats (Mirshekari, 2012). Vidare har samma resultat uppvisats på linser där utsädet har näringsbehandlats med kopparjodid, zinkjodid och zinksulfat där etableringen samt uppkomsten förbättras (Alilo et al., 2014).

Produktutbudet med näringsbehandlat utsäde på den svenska marknaden är relativt litet och är jämförelsevis ett ganska nytt fenomen inom jordbruket i Sverige. NoroTec AB är en aktör som marknadsför produkter med näringsbehandlat utsäde (Svanström, 2017). Företaget har främst tre produkter som är avsedda för ändamålet. Det är NoroTec Mangan, NoroTec Mangan/Koppar och NoroTec WinterCrop (NoroTec AB, 2019a). I denna studie användes enbart preparatet NoroTec WinterCrop. Produkten tillför näringsämnen fosfor, kalium, kväve, magnesium, mangan, svavel och zink i samband med utsädesbehandlingen. Preparatet har fördelen att den kan tillsätta mineralnäring tillsammans med produkter som motverkar svampsjukdomar. Produkten ger främst en tillväxtökning och därmed skapar förutsättningar för en snabbare uppkomst hos grödan (NoroTec AB, 2019b). Enligt NoroTec är syftet med produkterna att göra växtnäringen tillgänglig direkt för grödan. Det innebär att grödan kan tillgodose all växtnäring, som behövs i samband med uppkomst, på ett effektivt sätt och därmed minska näringsförlusterna till marken (NoroTec AB, 2019ab). I denna undersökning ingick även en produkt från Yara AB. Preparatet har namnet YaraVita GLYTREL MnP och innehåller näringsämnen fosfor, mangan och zink. Yara bedriver fortfarande forskning för att undersöka om deras produkter för utsädesbehandling med växtnäring fungerar under svenska förhållanden. Därför marknadsför inte Yara denna produkt på den svenska marknaden ännu (Svanström, 2017).

3.3.3 Utsädesbehandling med mineralnäring – ekonomisk nytta och miljöpåverkan

Näringsprodukterna kostar 40–50 kr/l och det behövs 3–9 l/ton beroende på vilken gröda som ska odlas. För utsäde för spannmål behövs endast ha 3 l/ton medan det krävs 6 l/ton för småfröigt utsäde och slutligen trindsäd där det krävs 9 l/ton av näringsprodukten. Om en mobil betningsmaskin används blir appliceringskostaden 20 öre/kg spannmålexempelvis utsäde och därefter tillkommer även en transportkostnad. Vid odling av till exempel havre med en utsädesmängd på 200 kg/ha och där kostnaden för näringsprodukten är 3 l/ton blir totalkostnaden ca 71 kr/ha plus transport. Ett liknande exempel kan göras med åkerböna där utsädesmängden är 250 kg/ha och det behövs 9 l/ton av näringslösningen. Den totala kostnaden blir ca 150 kr/ha plus transport. Utsädesbehandling med växtnäring blir därmed en

relativt billig åtgärd att utföra men effekten av åtgärden bör dock betraktas ur ekonomiskt perspektiv också.

Med hjälp av näringsbehandlat utsäde skulle grödans ogräskonkurrerande förmåga kunna förbättras, vilket i sin tur gör att ogräsmängden kan minska i fältet. Antalet radhackningar i ekologisk produktion skulle därför kunna minskas och inom konventionell odling skulle herbicidanvändningen kunna bli lägre. Följdefekten blir att körkostnader, arbetstid för lantbrukaren samt markpackning minskar. Det leder även till en säkrare etablering av grödan eftersom fröet får extra kraft att växa och konkurrensförmågan mot ogräs ökar. För den enskilde lantbrukaren blir arbetsmiljön bättre när kemikaliehanteringen minskar. Dessutom uppfylls miljömålet giftfri miljö eftersom användningen av herbicider minskar. Näringsbehandlat utsäde förväntas ge även en mer kraftig gröda som gör att miljömålet med minskat växtnäringsläckage uppfylls eftersom mer näring kan tas upp.

3.4 Projekt om utsädesbehandling med mineralnäring

Projektet om utsädesbehandling startades 2019 av Hushållningssällskapet HS Konsult AB i samarbete med NoroTec och Yara. Projektet är finansierat av Landsbygdsprogrammet. Det är ett program som ger stöd och ersättningar till nya innovationer inom jordbruket där målet är att utveckla landsbygden. Fokuset är att minska jordbrukets negativa miljöpåverkan och gynna den biologiska mångfalden. Målet inom projektet är att undersöka näringsbehandlingens effekt på grödans uppkomst, etablering och konkurrensförmåga mot örtogräs i tre geografiska områden. Demonstrationsodlingar har anlagts i Mellansverige, Östergötland och Skåne. I varje område har fyra till fem olika demonstrationsodlingar genomförts och lantbrukare som varit intresserade att medverka i projektet har kontaktats. I mellersta Sverige låg försöken i Säbylund, Brunnby, Ransta och Örsundsbro. Näringsprodukterna tillhandahölls av företagen NoroTec AB och Yara AB. Innan sådd har utsädet behandlats med näringsprodukten främst i en cementblandare men även mobila betningsmaskiner har använts. Betningsmetoden har anpassats efter gröda och mängden utsäde som behövde behandlas. Eftersom effekten av näringsbetningen ansågs vara störst vid låga temperaturer har främst grödor som sås tidigt studerats. Näringsprodukterna jämfördes med den obehandlade kontrollen i varje fält.

4 Metod och genomförande

4.1 Demonstrationsodlingar

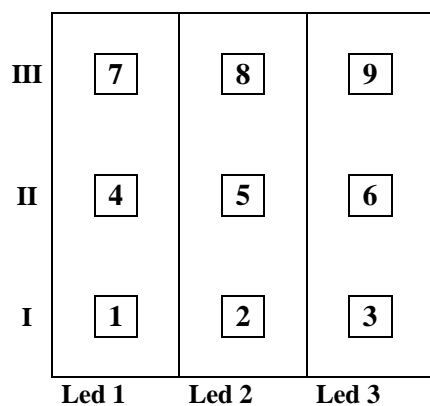
I denna studie utvärderades demonstrationsodlingarna i Säbylund utanför Kumla och i Örsundsbro utanför Enköping. I Säbylund var jorden en mulljord med förfrukten potatis medan i Örsundsbro var jorden en måttlig mullhaltig styvlara med förfrukten lin. På båda fälten odlades vårvede av sorten Diskett. Tre led ingick i studien: obehandlat utsäde, utsädesbetning med NorroTec Wintercrop och utsädesbetning med YaraVita GLYTREL MnP. Av varje näringsprodukt tillfördes 6 l per ton utsäde (*Tabell 1*). Innan sådd i Säbylund plöjdes fältet och därefter genomfördes en harvning. Efter sådd genomfördes ingen vältning. Ingen jordbearbetning i form av plöjning genomfördes vid försöket i Örsundsbro, dock utfördes vältning efter sådd. I Örsundsbro var utsädesmängden 250 kg/ha inom alla led medan i Säbylund varierade den mellan leden [obehandlat: 245 kg/ha, Yara-betning: 250 kg/ha, NorroTec-betning: 245 kg/ha]. Odlingarna såddes den 18 och 30 april i Säbylund respektive Örsundsbro. Sådjupet var cirka 3 cm i båda demonstrationsodlingarna. Gödselmedlet NPK 21-4-7 tillfördes vid odlingen i Säbylund med mängden 381 kg/ha. I Örsundsbro tillfördes NPK 24-4-5 med mängden 583 kg/ha. Insektbehandlingar följde övriga fältets behandlingar men ingen fungicid- eller herbicidbehandling utfördes.

Tabell 1. Vilka näringsprodukter som har används i varje led och preparatets innehåll.

Led	Näringsprodukt	Preparatets innehåll
1	Obehandlat	-
2	NoroTec Wintercrop	Fosfor, kalium, kväve, magnesium, mangan, svavel och zink
3	YaraVita GLYTREL MnP	Fosfor, mangan och zink

Demonstrationsodlingarna utfördes som ett icke randomiserad blockförsök med tre upprepningar (*Figur 1*). Vid varje demonstrationsodling utfördes två graderingar för att bedöma grödans marktäckningsgrad samt bestämma vilka fyra ogräsarter som dominerade i försöken. Även marktäckningsgraden bestämdes för ogräsen (*Bilaga 1*). Den första graderingen utfördes den 5 och 7 juni i Säbylund respektive Örsundsbro där vårvetet hade uppnått DC 31. Andra graderingen utfördes den 20 juni i Säbylund vid utvecklingsstadiet DC 41 samt 24 juni i Örsundsbro vid DC 49. Vid sista graderingen genomfördes dessutom en klippning av ovanjordisk biomassa för bestämning av torrvikten hos ogräsen och grödan. För varje led och upprepning klipptes tre rutor som var $0,25\text{ m}^2$. Dessutom räknades antalet vårvetepantor per löpmeter för varje försök vid sista graderingen. Därefter sorterades ogräsen från grödan och torkades i en värmeugn vid en temperatur på 100 °C under ett dygn. Vägning av både ogräsens och grödans biomassa genomfördes efter torkningen.

Väderdata för Örsundsbro och Säbylund för perioden oktober 2018-juni 2019 hämtades från SMHI (<https://www.smhi.se/>).



Figur 1. Varje demonstrationsodling var uppbyggt av tre olika sårader (led) som upprepades tre gånger per odlingsplats, totalt nio sårader. Därefter fanns tre olika block (I, II, III) och en rutfördelning mellan varje led och block. (Källa: Fältkort)

4.2 Lådförsök

Ett lådförsök planterades den 14 juli 2019 med vårvete (Diskett) utomhus i kärlgården, Ekologocentrum, SLU, Ultuna. I försöket ingick två experimentella behandlingar; betning [tre nivåer: kontroll (ingen betning), Wintercrop-betning (NoroTec) och Yara-betning] och gödsling [två nivåer: 0, 150 kg N/ha]. Försöket var uppbyggt av fem block. Varje block utgjordes av två lådor vilket gav totalt tio lådor i försöket. Storleken på varje låda var 56 cm x 36 cm x 26 cm. Lådorna fylldes med ungefär 50 liter planteringsjord (S-jord, Hasselfors Garden) innehållande 14% N, 7% P och 15% K. Jorden jämnades till och vattnades efteråt. I varje block gödslades en låda med 150 kg N/ha (25 g blåkorn (Blåkorn NovaTec, Compo) innehållande 14% N, 3% P och 14% K.), den andra lådan lämnades ogödslad. För att avgöra vilken låda som skulle gödslas respektive vara ogödslad genomfördes en randomisering inom varje block.

Femton vårvetekärnor planterades i varje låda (fem obetade, fem betade med NoroTec WinterCrop och fem betade med Yaras betningsmedel). I tre rader planterades kärnorna med ett radavstånd på cirka 11 cm. Inom varje låda slumpades kärnorna. Sammantaget planterades totalt 150 kärnor i försöket. Varje kärna täcktes med cirka 3 cm jord. Hela försöket vattnades därefter igen. För varje veteplanta noterades uppkomst två gånger per dag under de första 10 dagarna efter sådd. Höjdtillväxten mättes efter 7, 14, 21 och 30 dagar efter sådd. Försöket avbröts den 12 augusti och därefter skördades den ovanjordiska delen av varje planta. Allt torkades vid 105 °C och vägdes sedan.

4.3 Statistisk analys

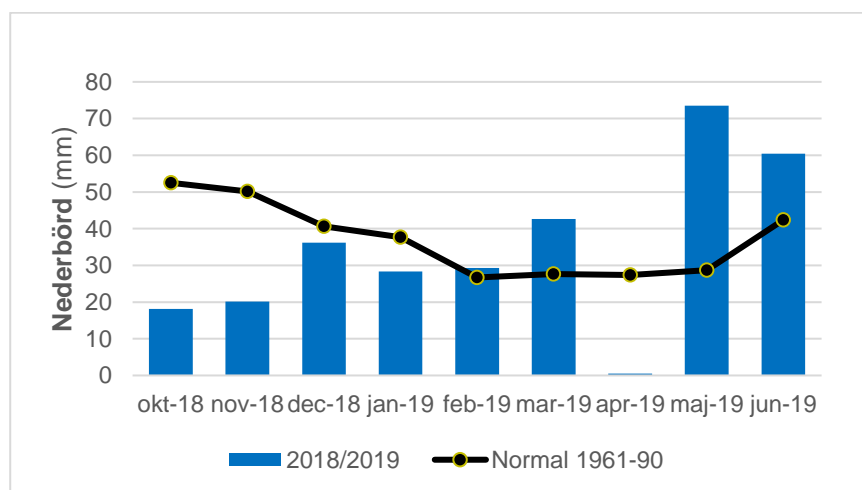
Resultaten sammanställdes och bearbetades i Microsoft Excel. Bearbetningen bestod av att sammanställa medelvärden mellan upprepningarna samt framtagning av standardavvikelsen där behovet fanns. Minitab användes för statistik analys. För att analysera skillnader mellan leden utfördes en envägs variansanalys (Anova). Signifikansnivå på 95 % ($p < 0,05$) användes i alla statistiska analyser. Varje demonstrationsodling (Säbylund och Örsundsbro) utvärderades separerat under den statistiska analysen. Även varje utvecklingsstadium behandlades enskilt.

5 Resultat

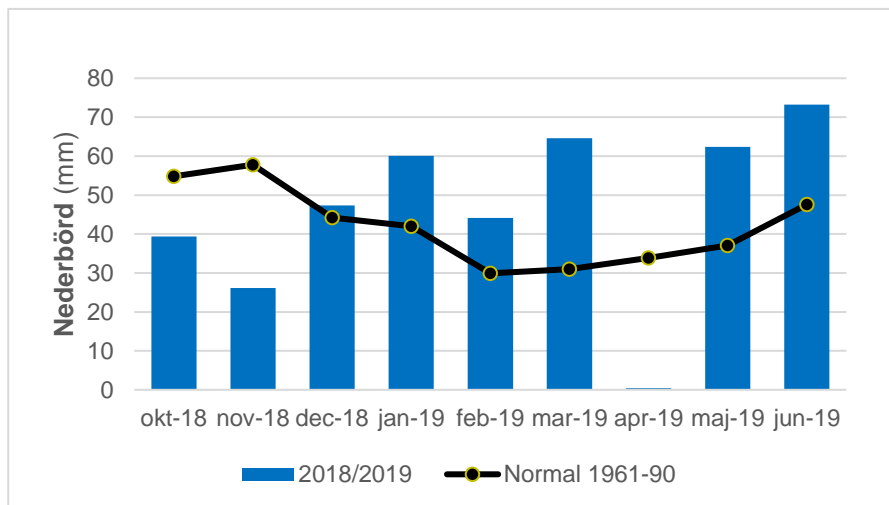
5.1 Demonstrationsodlingar

5.1.1 Väderförhållanden

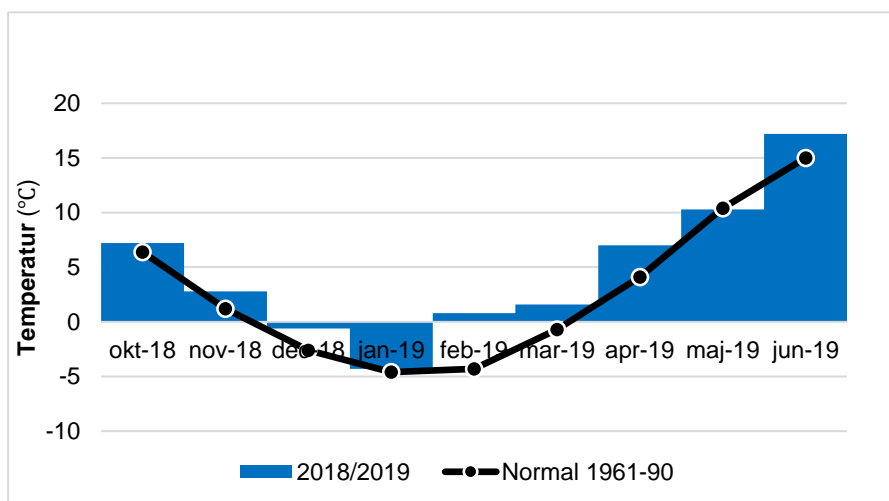
Hösten 2018 var onormalt torr med lite nederbörd i Örsundsbro och Säbylund (Figur 2–3). Vid demonstrationsodlingarna i Örsundsbro och Säbylund var april en mycket nederbördsfattig månad och dessutom ovanligt varm i jämförelse med ett normalt år (Figur 4–5). I maj och juni var nederbördsmängderna över normal nivå vid både Örsundsbro och Säbylund medan temperaturen var normal under maj och högre än normalt i juni.



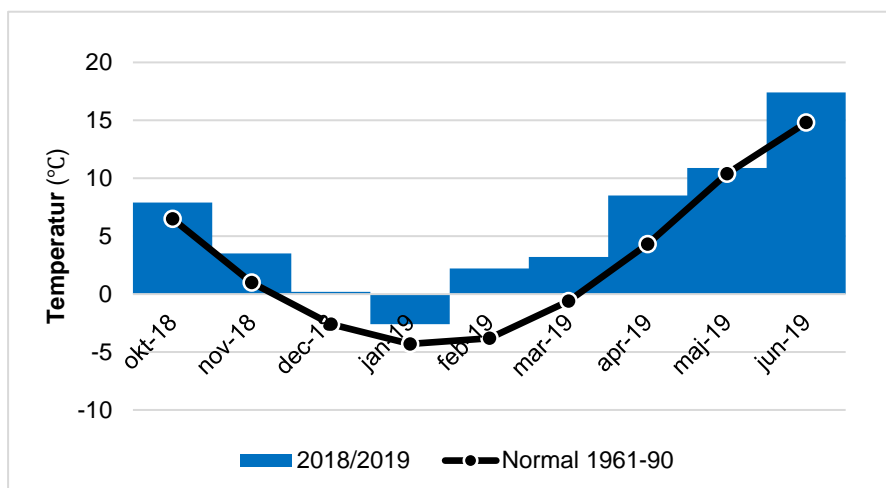
Figur 2. Månadsvis nederbörd i Örsundsbro under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI).



Figur 3. Månadsvis nederbörd i Säbylund under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI).



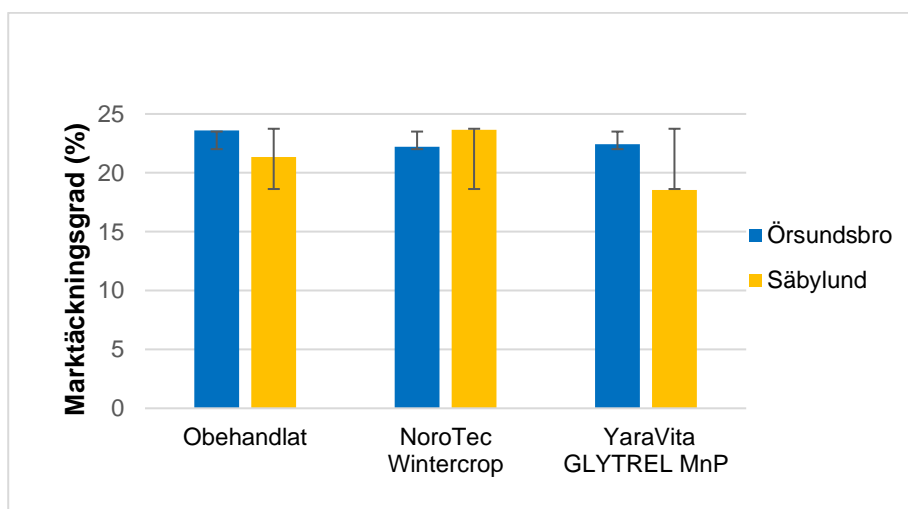
Figur 4. Månadsvis medeltemperatur i Örsundsbro under 2018/2019. Normal 1961-90 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI).



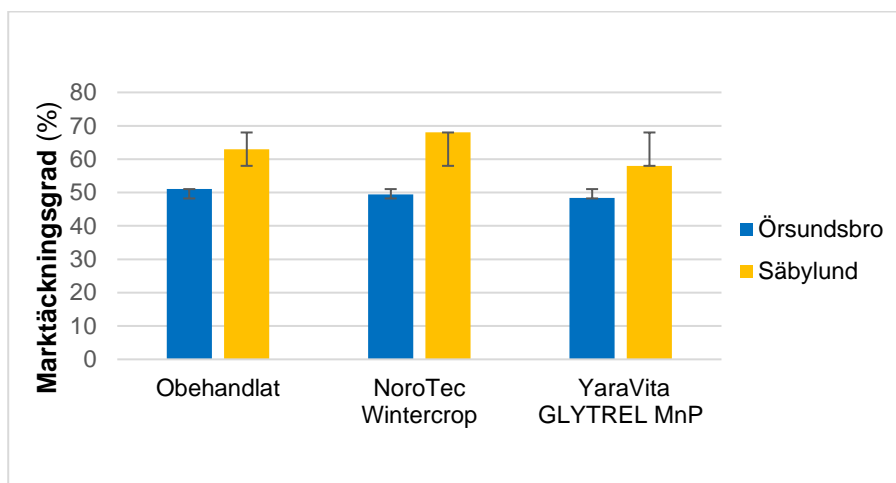
Figur 5. Månadsvis medeltemperatur i Säbylund under 2018/2019. Normal 1961-1990 är den nuvarande standardnormalperioden (Källa: SMHI).

5.1.2 Marktäckningsgrad gröda och ogräs

För grödan (vårveete) hittades inga signifikanta skillnader inom respektive plats för marktäckningsgrad mellan leden (obehandlat och näringsbehandlat utsäde) vid något av de två utvecklingsstadierna för Örsundsbro respektive Säbylund ($p > 0,05$) (Figurer 6-7).



Figur 6. Marktäckningsgrad (%) för vårveete vid DC 31 i Säbylund och Örsundsbro. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse.

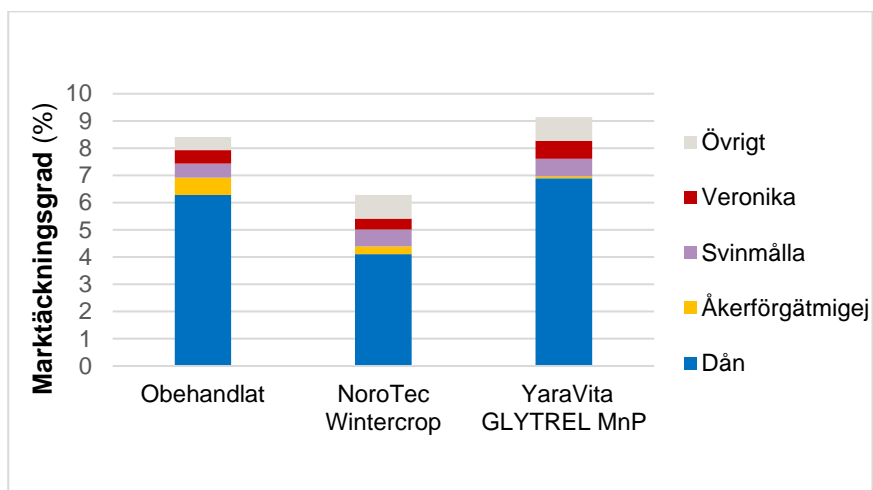


Figur 7. Marktäckningsgrad (%) för vårvete vid DC 41 i Säbylund och i Örsundsbro vid DC 49. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse.

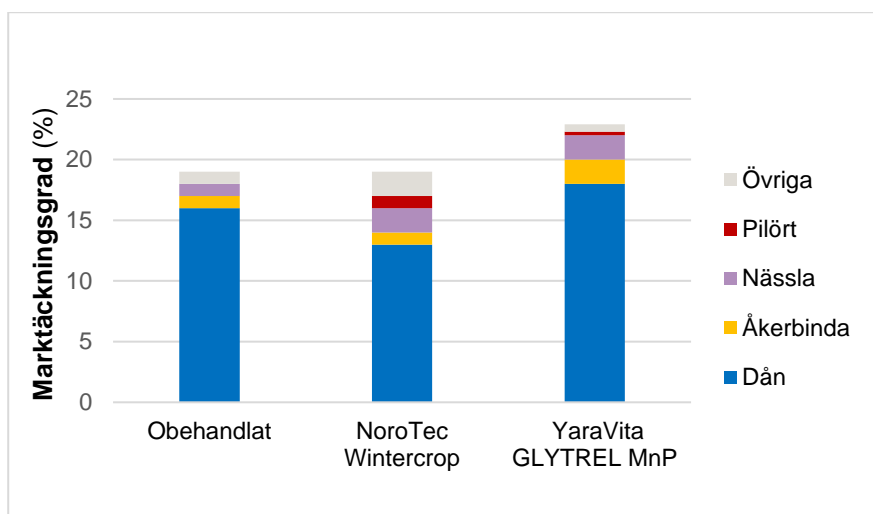
I demonstrationsodlingen i Säbylund hittades inga signifikanta skillnader för marktäckningsgrad av ogräs mellan leden (obehandlat och näringsbehandlat utsäde) vid något av graderingstillfällena i Säbylund ($p > 0,05$) (Tabell 2).

Vid första graderingen i Säbylund dominerades ogräsfloran av dånen (*Galeopsis sp.*) följt av åkerförgätmigej (*Myosotis arvensis* L.), svinmålla (*Chenopodium album* L.) och veronika (*Veronica sp.*) (Figur 8). Övriga ogräs var potatis (*Solanum tuberosum* L.), åkerbinda (*Fallopia convolvulus* L.), våtarv, (*Stellaria media* (L.) Mill.), pilört (*Persicaria* L. Mill.), baldersbrå (*Tripleurospermum perforatum* L.), jordrök (*Fumaria officinalis* L.) och trampört (*Polygonum aviculare* L.).

Vid andra graderingstillfället var de fyra vanligaste ogräsarterna dånen, åkerbinda, nässla (*Urtica sp.*) och pilört (Figur 9). Övriga ogräs var potatis, våtarv, åkerförgätmigej, svinmålla och veronika.



Figur 8. Markttäckningsgrad (%) (medel) för ogräs vid första graderingstillfället (DC 31) i Säbylund.



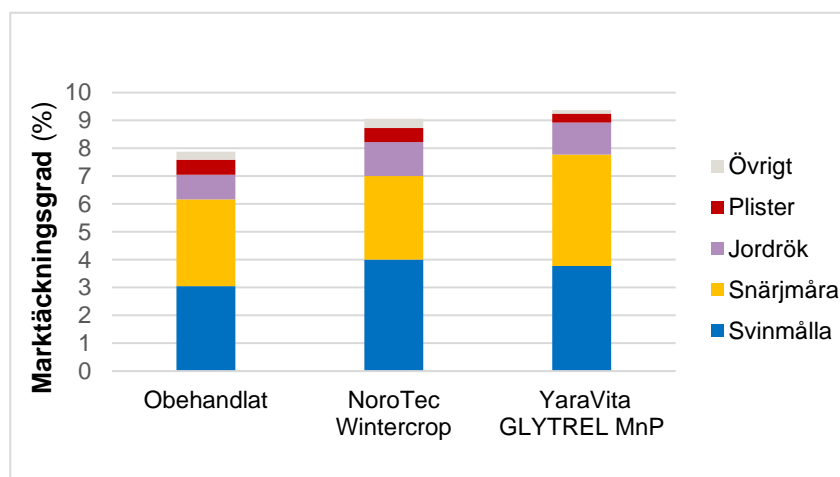
Figur 9. Markttäckningsgrad (%) (medel) för ogräs vid andra graderingstillfället (DC 41) i Säbylund.

Tabell 2. Marktäckningsgrad (%) för olika ogräsarter vid båda graderingstillfällena i Säbylund. Medel ± standardavvikelse.

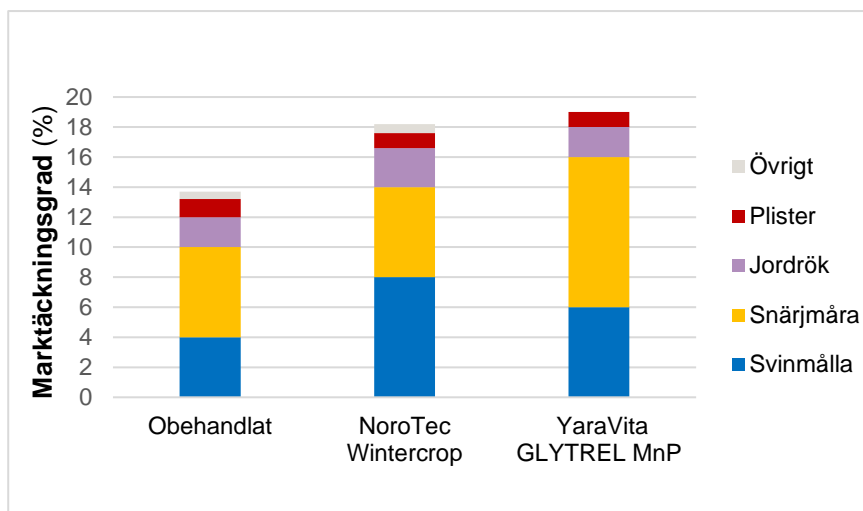
Obehandlat	6,28 (4,60)	0,64 (0,59)	0,52 (0,38)	0,49 (0,28)	0,47 (0,24)	16,00 (6,49)	1,00 (1,23)	1,00 (0,60)	0,00 (0,40)	1,00 (0,58)
NoroTec Wintercrop	4,11 (3,21)	0,28 (0,34)	0,63 (0,92)	0,4 (0,36)	0,87 (0,55)	13,00 (12,53)	1,00 (1,40)	2,00 (1,12)	1,00 (0,88)	2,00 (1,20)
YaraVita GLYTREL	6,89 (3,31)	0,072 (0,15)	0,66 (0,70)	0,65 (0,41)	0,88 (0,57)	18,00 (10,30)	2,00 (1,99)	2,00 (0,85)	0,30 (0,25)	0,60 (0,70)

I demonstrationsodlingen i Örsundsbro hittades inga signifikanta skillnader mellan leden (obehandlat och näringsbehandlat utsäde) för marktäckningsgraden för ogräs vid något av graderingstillfällena ($p > 0,05$) (Tabell 3).

Vid första graderingen i Örsundsbro dominerades ogräsfloran av svinmålla och snärjmåra (*Galium aparine* L.) följt av jordrök samt plister (*Lamium* sp.) (Figur 10). Övriga ogräs var åkerbinda, raps (*Brassica napus* L.), åkerviol (*Viola tricolor* L.) och åkertistel (*Cirsium arvense* (L) Scop.). Ett liknande mönster fanns även vid andra graderingstillfället, där svinmålla och snärjmåra dominerade (Figur 11). Övriga ogräs vid andra graderingstillfället var främst åkerbinda och veronika.



Figur 10. Marktäckningsgrad (%) (medel) för olika ogräsarter vid första graderingstillfället (DC 31) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro.



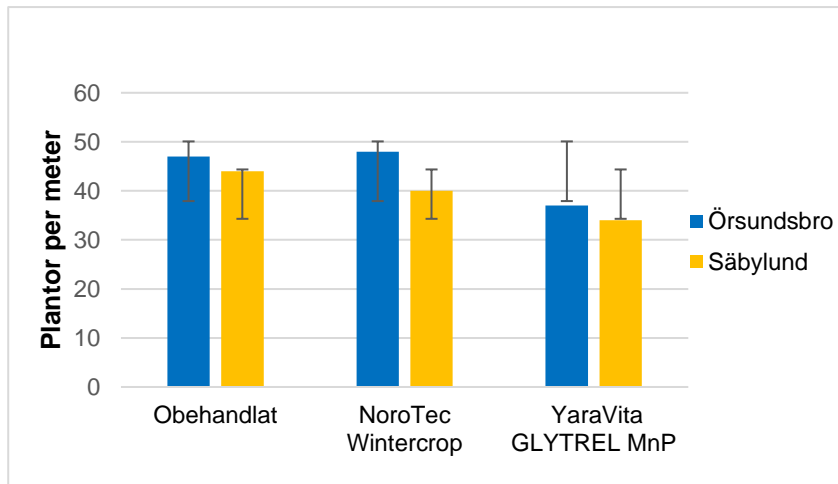
Figur 11. Marktäckningsgrad (%) (medel) för olika ogräsarter vid andra graderingstillfället (DC 49) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro.

Tabell 3. Marktäckningsgrad (%) för olika ogräsarter vid båda graderingstillfällena i demonstrationsodlingen i Örsundsbro. Medel ± standardavvikelse.

	3,06 (1,46)	3,11 (1,49)	0,88 (0,94)	0,55 (0,27)	0,28 (0,42)	4,00 (1,57)	6,00 (3,16)	2,00 (2,07)	1,20 (0,85)	0,50 (0,71)
Obehandlat										
NoroTec Wintercrop	4,00 (1,56)	3,00 (1,18)	1,22 (0,71)	0,50 (0,24)	0,34 (0,40)	8,00 (4,48)	6,00 (3,40)	2,60 (1,68)	1,00 (0,66)	0,60 (0,59)
YaraVita GLYTREL	3,77 (1,13)	4,00 (2,54)	1,14 (1,17)	0,32 (0,28)	0,12 (0,20)	6,00 (2,49)	10,0 (4,00)	2,00 (1,56)	1,00 (0,63)	0,00 (0,16)

5.1.3 Antal grödplantor per löpmeter

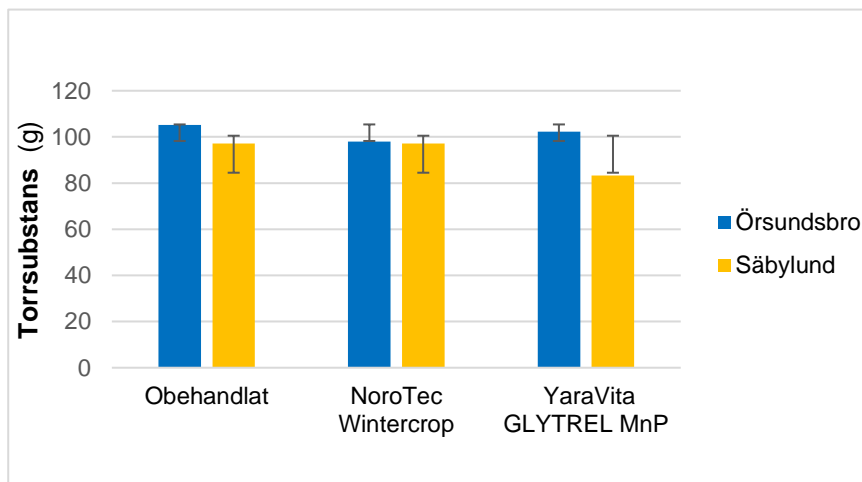
Inga signifikanta skillnader hittades gällande antal grödplantor/löpmeter mellan obehandlat led och leden med näringsbehandlat utsäde inom respektive plats vid andra graderingstillfället ($p > 0,05$) (Figur 12).



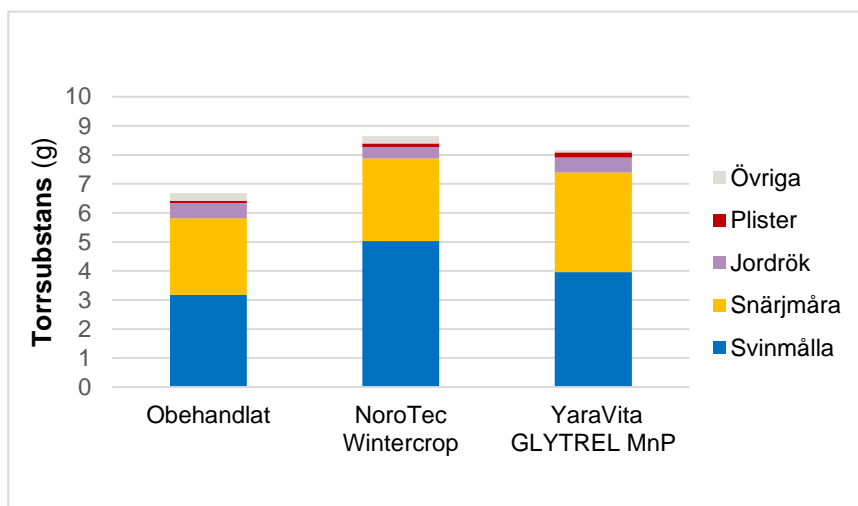
Figur 12. Antalet vårveteplantor per löpmeter i Säbylund och Örsundsbro vid andra graderingstillfället. Vårvete var i stadium DC 49 i Örsundsbro och i stadium DC 41 i Säbylund. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse.

5.1.4 Torrsubstansproduktion gröda och ogräs

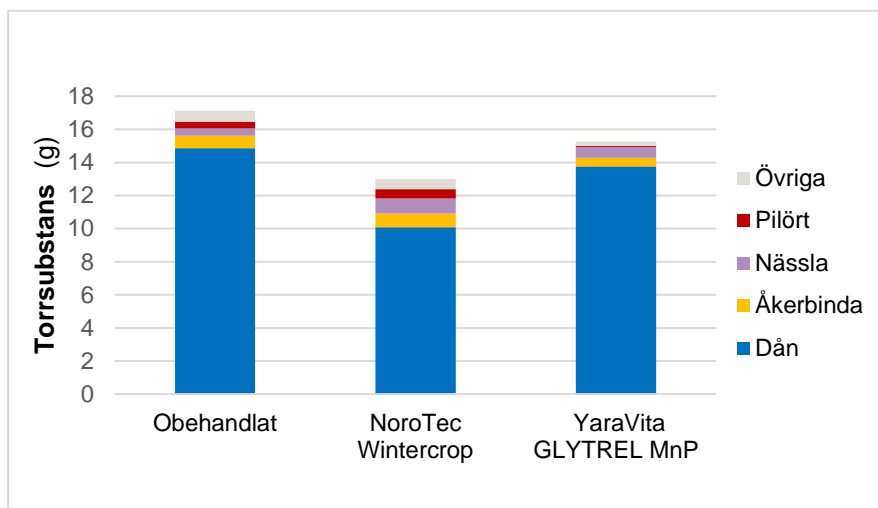
Det fanns inga signifikanta skillnader i torrsubstans mellan obehandlat och näringsbehandlat utsäde för vare sig vårvete eller ogräs på någon av platserna vid andra graderingstillfället ($p > 0,05$) (Figurer 13-15, Tabeller 4).



Figur 13. Torrsubstansproduktion hos vårvete ($\text{g}/0,25 \text{ m}^2$). I demonstrationsodlingen i Örsundsbro var vårvetet i stadium DC 49 och i Säbylund i stadium DC 41. Blått = Örsundsbro, Gul = Säbylund. Medel ± standardavvikelse.



Figur 14. Torrsubstansproduktion för de vanligaste ogräsarterna (g/0,25 m²) (medel) i demonstrationsodlingen i Örsundsbro.



Figur 15. Torrsubstansproduktion för de vanligaste ogräsarterna (g/0,25 m²) (medel) i demonstrationsodlingen i Säbylund.

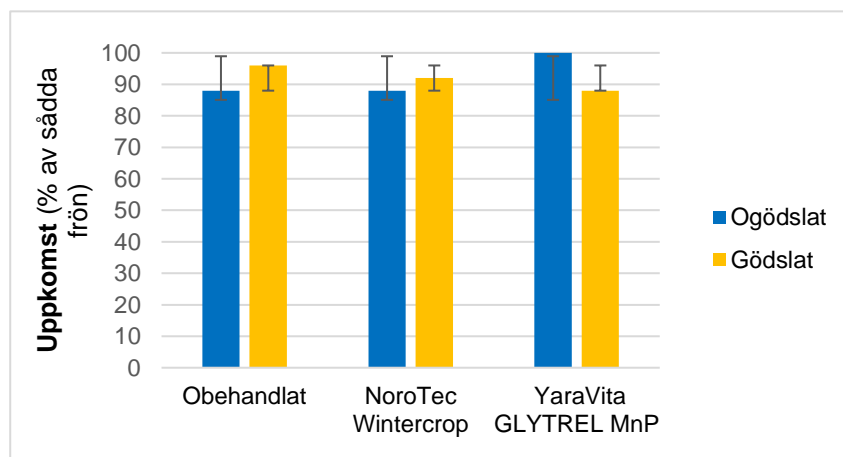
Tabell 4. Torrsubstansproduktion (g/0,25 m²) för vårvede i Säbylund och Örsundsbro vid andra graderingstillfället. Medel ± standardavvikelse.

Led	Torrsubstans (g)									
	Örsundsbro					Säbylund				
	Svinmålla	Snärjmåra	Jordrök	Plister	Övriga	Dån	Åkerbinda	Nässla	Pilört	Övriga
Obehandlat	3,18 (2,36)	2,63 (1,67)	0,53 (0,67)	0,08 (0,08)	0,26 (0,41)	14,86 (6,52)	0,76 (0,99)	0,46 (0,40)	0,39 (0,77)	0,67 (0,38)
NoroTec Wintercrop	5,03 (3,35)	2,84 (1,67)	0,39 (0,26)	0,12 (0,08)	0,26 (0,23)	10,09 (7,69)	0,83 (0,99)	0,90 (0,56)	0,56 (0,72)	0,63 (0,54)
YaraVita GLYTREL	3,96 (1,88)	3,43 (1,93)	0,52 (0,71)	0,17 (0,15)	0,08 (0,12)	13,76 (8,22)	0,52 (0,68)	0,66 (0,46)	0,06 (0,07)	0,29 (0,35)

5.2 Lådförsök

5.2.1 Uppkomst

Inga signifikanta skillnader hittades i uppkomst hos vårvede mellan leden (obehandlat och näringsbehandlat utsäde). Inga skillnader i uppkomst hittades heller mellan ogödslat och gödslat led ($p>0,05$) (Figur 16).



Figur 16. Uppkomst av vårvede (%) vid obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) i ogödslat (blått) och gödslat (gul) led. Medel ± standardavvikelse.

5.2.2 Uppkomsttid

Det fanns inga signifikanta skillnader i uppkomsttid mellan leden med obehandlat och näringsbehandlat utsäde ($p>0,05$) (Tabell 5). Inga signifikanta skillnader hittades heller mellan gödslat och ogödslat led.

Tabell 5. Uppkomsttid (antal dagar mellan sådd och uppkomst) för led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) med och utan gödsling. Medel \pm standardavvikelse.

Led	Uppkomsttid (dagar)	
	Ogödslat	Gödslat
Obehandlat	5,35 (1,09)	5,59 (0,59)
NoroTec WinterCrop	5,57 (1,12)	6,00 (1,48)
YaraVita GLYTREL MnP	5,63 (1,47)	5,83 (0,78)

5.2.3 Höjdtillväxt

Inga signifikanta skillnader hittades i höjdtillväxt mellan leden med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) eller mellan ogödslat och gödslat led (Tabeller 6-7).

Tabell 6. Höjdtillväxt (mm) för vårveteplantor efter 7, 14, 21 och 30 dagar efter sådd i led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (Norotec och YaraVita) utan tillförsel av gödsel. Medel \pm standardavvikelse.

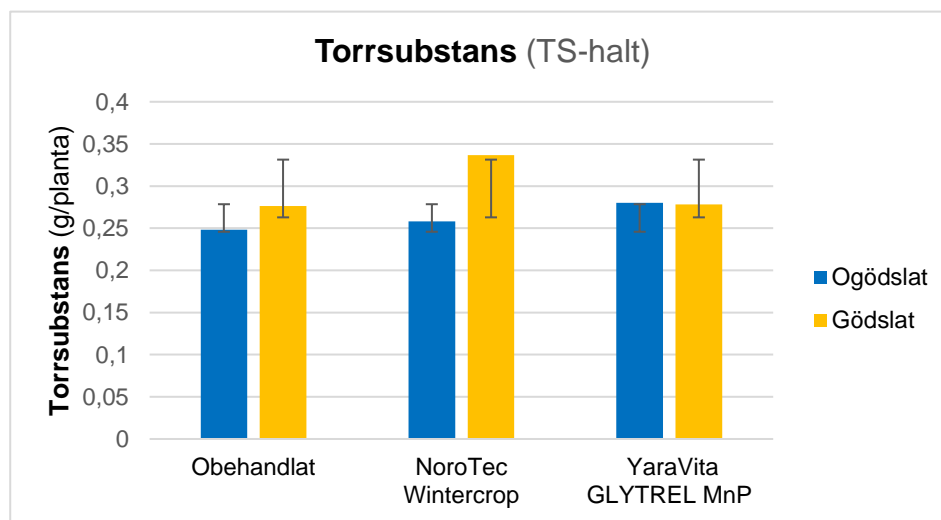
Dagar efter sådd	Höjdtillväxt (mm)		
	Obehandlat	NoroTex Wintercrop	YaraVita GLYTREL MnP
7 dagar	73,30 (10,38)	66,36 (21,76)	69,91 (19,89)
14 dagar	160,26 (28,53)	160,55 (37,90)	161,57 (27,89)
21 dagar	161,26 (31,46)	161,46 (36,85)	166,96 (23,20)
30 dagar	168,43 (57,19)	175,26 (40,66)	200,58 (58,62)

Tabell 7. Höjdtillväxt (mm) för vårveteplantor efter 7, 14, 21 och 30 dagar efter sådd i led med obehandlat och näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) med tillförsel av gödsel. Medel ± standardavvikelse.

Dagar efter sådd	Höjdtillväxt (mm)		
	Obehandlat	NoroTex Wintercrop	YaraVita GLYTREL MnP
7 dagar	56,52 (17,94)	65,81 (13,93)	58,10 (18,86)
14 dagar	156,04 (31,28)	160,04 (41,50)	159,10 (37,74)
21 dagar	157,44 (31,59)	163,42 (55,94)	159,71 (42,44)
30 dagar	185,78 (65,14)	200,23 (74,20)	192,17 (64,53)

5.2.4 Torrsubstansproduktion

Inga signifikanta skillnader fanns i torrsubstansproduktion mellan vårveteplantor från näringsbehandlat och obehandlat utsäde ($p>0,05$). Det fanns inte heller några signifikanta skillnader mellan ogödslat och gödslat led (Figur 17).



Figur 17. Torrsubstansproduktion (g/planta) vid obehandlat respektive näringsbehandlat utsäde (NoroTec och YaraVita) samt vid ogödslat (blått) och gödslat (gul) led. Medel ± standardavvikelse.

6 Diskussion

6.1 Demonstrationsodlingar

Det fanns sammantaget inga signifikanta skillnader mellan leden i demonstrationsodlingarna, det vill säga grödans tillväxt och konkurrensförmåga mot ogräs verkade inte ha påverkats av att utsädet behandlades med växtnäring jämfört med obehandlat utsäde. Ogräsförekomsten påverkas av många olika faktorer där ljus, nederbörd och temperatur är viktigast. Dessa faktorer avgör tidpunkten för ogräsens groning (Baskin & Baskin, 1988). Vid groning krävs mycket tillgängligt vatten i marken eftersom fröet expanderar snabbt samtidigt som respirationen är hög. Den mängd nederbörd som kommer under denna period har därför en stor inverkan på ogräsförekomsten i fältet (Monaco et al. 2002). Temperaturen har även en stor betydelse för ogräsens tidpunkt att gro där groningsvilan kan brytas eller induceras vid olika temperaturer. Ett temperaturkrav måste först uppfyllas innan faktorer som ljus och vatten börjar påverka ogräsets förmåga att börja gro. Det specifika temperaturkravet skiljer mellan olika ogräsarter (Baskin & Baskin, 1988, Cordeau et al, 2017). Ogräsarter som är sommarannueller gynnas normalt av en snabb ökning av temperaturen i början av våren. Ur gronings-synpunkt gynnas vinterannuella ogräs av en snabbt sjunkande temperatur på hösten istället (Froud-Williams et al. 1984). Dessa faktorer har förmodligen en större betydelse för ogräsmängden i demonstrationsodlingarna än den effekt som näringsbehandlingen gav grödan med syfte att förbättra dess konkurrensförmåga mot ogräs. Dessutom har vårvete med sitt relativt öppna växtsätt svårast av all vårstråsäd att kunna konkurrera med ogräs (Bergkvist & Ohlander, 2002). Denna faktor påverkar förmodligen resultatet där effekten av näringsbehandling eventuellt kan få större betydelse för andra mer konkurrensstarka grödor som havre eller vårkorn som har ett annat växtsätt.

Vidare har förmodligen även väderförhållandena vid de två demonstrationsodlingarna i Örsundsbro och Säbylund haft betydelse för både grödans och ogräsens groning och tillväxt. April var en mycket nederbördsfattig månad och dessutom ovanligt varm i jämförelse med ett normalår. Även hösten 2018 var onormalt torr med lite nederbörd (*Figur 2-5*). Sommarannuella ogräs som då och svinmålla gynnades när april månad var ovanligt varm eftersom en snabb ökning av temperaturen vid denna tidsperiod bidrar till att deras groningsförmåga ökar. I maj och juni var nederbördsmängderna över normal nivå vid både Örsundsbro och Säbylund istället (*Figur 2-3*). Vid denna tidpunkt är många ogräsarter under sin tillväxtfas och behovet av nederbörd är stort. Ogräsen gynnades förmodligen av de större nederbörsmängder under dessa månader. Den stora nederbörsmängd som kom under maj och juni är troligtvis en av förklaringarna till varför ogräsförekomsten i Säbylund och Örsundsbro var relativt hög i leden med både obehandlat och näringsbehandlat utsäde. För att utsädet ska kunna tillgodogöra sig mineralnäring, eventuellt tillförd genom näringsbetning, behöver kärnan ha tillgång till vatten. Den extrema torkan som rådde vid sådd och strax därefter är möjligen en faktor som bidrog till att plantorna från de näringsbetade fröna inte kunde uppvisa en större tillväxt och därmed högre konkurrenskraft mot ogräs än plantorna från de obetade kärnorna.

Marktäckningsgraden för både grödan och ogräsen varierade stort mellan leden med obehandlat och näringsbehandlat utsäde på båda platserna. I demonstrationsodlingarna tillfördes gödselmedlet NPK i samband med sådd, vilket kan påverka effekten hos näringsbehandlingen. Ofta är näringsämnen som kväve, fosfor och kalium en begränsade faktor vid uppkomsten samt den tidiga tillväxten hos grödan. Näringsprodukterna innehåller även magnesium, mangan, svavel och zink som troligtvis fanns i tillräckliga mängder för att inte vara en begränsad faktor vid grödans uppkomst. Därmed kan en annan möjlig förklaring till att det inte kunde hittas några effekter av näringsbetning vara att näringsstatusen i de aktuella fälten inte var en begränsande faktor för tillväxt av grödan.

I Örsundsbro dominerade främst ogräsen svinmålla och snärjmåra i försöket, dock var ogräsförekomsten inte lika stor som vid Säbylund. Ogräset svinmålla är en sommarannuell som främst förekommer i vårsådda grödor. Snärjmåra är ett ogräs som vanligtvis förekommer främst i höstsådda grödor men har även stor förmåga att etablera sig i vårsådda grödor. Båda arterna är vanligt förekommande på lerjordar. Dessutom gynnas snärjmåra och svinmålla av näringsrika förhållanden, vilket medför att dessa ogräs har en stor förmåga att konkurrera med huvudgrödan vid god näringsstatus i jorden (Håkansson, 2003, Lundkvist & Fogelfors, 2004, Weidow, 1993).

Jorden i Örsundsbro var en styvlera där en stor mängd gödsel tillfördes, vilket bidrog till att ogräs som svinmålla och snärjmåra kunde lätt etablera sig i fältet. Deras uppkomst är dock inte lika snabb som då, vilket skapar större förutsättningar för grödan att konkurrera med ogräs som svinmålla och snärjmåra.

I Säbylund var ogräsförekomsten stor, där främst ogräset då dominerade. Då är en ogräsart som främst uppkommer på mulljordar i samband med potatisodling. Dessa förutsättningar fanns i Säbylund där jordarten var en mulljord med förfrukten potatis som medförde att förekomsten av då var stor. Då har även egenskapen att den kan gro vid låga temperaturer och uppkomsten blir därmed tidig. Risken är stor att då redan vid ett tidigt stadium kan börja konkurrera med grödan (Mossberg & Stenberg, 2003, O'Donovan & Sharma, 1987, Weidow, 1993). Förmodligen gav inte näringsbehandling en tillräcklig effekt för grödan att konkurrera mot den tidiga uppkomsten för då.

Sammanfattningsvis verkar ogräsens biologi och väderförhållanden ha haft en större betydelse för ogräsförekomsten i demonstrationsodlingarna än en eventuell möjlig effekt av näringsbehandling eftersom grödans konkurrensförmåga mot ogräsen inte verkar ha ökat. Liknande mönster fanns även för torrsubstansproduktionen hos grödan och ogräsen samt antalet plantor per löpmeter. En annan möjlig förklaring till det uppnådda resultatet är att det inte förelåg näringsbrist för de obetade kärnorna. Fler mätningar av biomassan och framtagning av skördedata från försöken hade kunnat utföras för att eventuellt kunnat få tydligare resultat. Utifrån resultatet från denna studie är bedömningen att näringsbehandlat utsäde inte förbättrade grödans konkurrensförmåga mot ogräs men att detta måste säkerställas genom fler undersökningar. Detta är dock ett förhållandevis litet material som analyserats. Genom att fler demonstrationsodlingar kommer att genomföras under 2020 erhålls ett större datamaterial och då kanske eventuella effekter av näringsbetat utsäde kan identifieras.

6.2 Lådförsök

Resultatet för lådförsöket visade inga signifikanta skillnader mellan obehandlat och näringsbehandlat utsäde med avseende på uppkomst, uppkomsttid, höjdtillväxtutveckling och torrsubstansproduktion. Några effekter av gödsling hittades inte heller. Det är parametrar som vatten, ljus och temperatur som avgör fröets förmåga att gro (Fogelfors, 2015). Näringsbehandlingen verkade inte ha någon direkt inverkan på groningenprocessen därför att ovan nämnda parametrar vanligen har större betydelse och oftast utgör den begränsande faktorn under denna tidpunkt. Samma antagande gäller antagligen för resultaten från demonstrationsodlingarna där näringsbehandlingen av utsädet nog inte påskyndade groningen hos grödan. Utsädesbehandling med växtnäring har nog större möjlighet att påverka grödans uppkomsttid och tidig tillväxt då tillgången på mineralnäring oftast har en mer avgörande roll under dessa stadier.

I lådförsöket hade gödsling ingen inverkan på resultatet. Skillnaden mellan gödlat och ogödlat led för uppkomst, höjdtillväxtutveckling och torrsubstansproduktion var inte signifikant när utsädet var behandlat med växtnäring jämfört med obehandlat led. Förmodligen har näringsbehandlingen ungefär samma effekt på grödans uppkomst och den tidiga tillväxten som när gödsel tillsätts. En möjlig förklaring till att inga effekter hittades av näringsbetning är att det icke-gödslade substratet inte var näringsbegränsande för grödan.

Uppkomsttiden varierade stort inom varje led och resultatet visade att det inte fanns några samband för att uppkomsten var snabbare för ett näringsbehandlat utsäde. Den stora variationen i tillväxt mellan plantorna inom enskilda lådförsöksled kan även betyda att utsädet var ojämnt och av sämre kvalitet. Utsädet producerades under säsongen 2018, som var ett extremt torrår med starkt nedsatta skördenivåer. Andra studier har dock visat att uppkomsttiden har varit snabbare för utsäde som var näringsbehandlat (Johnson et al., 2005, Mirshekari, 2012, Memon, 2013, Alilo et al., 2014). Produkterna för näringsbehandlat utsäde marknadsför främst för att öka rotutvecklingen, skapa en stark bladmassa och öka plantans motståndskraft mot sjukdomar (NoroTec AB, 2019b). Produkternas huvudsyfte är därför att skapa en gröda som är mer robust. Utifrån resultatet från denna studie finns inget som tyder på att grödan får en kraftigare tillväxt om utsädet behandlas med växtnäring. Både höjdtillväxtutvecklingen och biomassaproduktionen var lika mellan obehandlat och näringsbehandlat utsäde. Detta resultat motsäger produkternas huvudsyfte där grödan inte blir mer robust och den tidiga tillväxten inte påskyndats. Tidigare genomförda studier har dock visat att torrsubstansproduktion och skörd har ökat för grödor som

höstveten och vårkorn där utsädet har behandlats med växtnäring (Marcar & Graham, 1986, Longnecker et al., 1991). Studier som har gjorts i Sverige inom området har dock visat på en osäkerhet om näringsbehandlat utsäde ger en högre biomassa och skörd (Ekre, 2000; Stoltz & Wallenhammar, 2015; Svanström 2017, Wahlquist, 2019). Denna studie förstärker tidigare svenska resultat att näringsbehandlat utsäde inte har någon större effekt på grödans biomassaproduktion och konkurrensförmåga mot ogräs. Det är tveksamt om rådgivningsföretag och liknande aktörer inom agrara näringen ska rekommendera produkter för näringsbehandling av utsäde till lantbrukare utifrån resultaten av dessa studier.

6.3 Framtida forskning

I framtiden behövs mer forskning inom området eftersom resultatet från denna studie inte ger några indikationer att näringsbehandlat utsäde påverkar grödans biomassaproduktion och ogräskonkurrerande förmåga medan andra studier har visat på motsatsen. Hela projektet består dock av totalt tretton demonstrationsodlingar som är utplacerade i tre olika regioner i Sverige. I denna studie har endast två av demonstrationsodlingarna utvärderats och därför kan det sammanlagda resultatet från hela projektet eventuellt få ett annat utfall. För att klargöra näringsbehandlingens eventuella positiva effekter i samband med uppkomst och den tidiga tillväxten behövs mer omfattande mätningar. I projektet bedöms främst grödans konkurrensförmåga mot ogräs via gradering av marktäckningsgraden. För att få en tydligare bild av näringsbehandlingens eventuella effekter behövs fler mätningar av biomassan (torrsubstans) genomföras för både gröda och ogräs under säsongen. Analys av skördedata från alla demonstrationsodlingar skulle även tydliggöra näringsbehandlingens effekter. Det skulle också ge ett bättre beslutsunderlag för lantbrukare som är intresserade av att använda näringsbehandlat utsäde som en åtgärd mot ogräs.

7 Slutsats

Denna studie visade att metoden med näringsbehandlat utsäde inte hade någon direkt effekt på grödans uppkomsttid och dess ogräskonkurrensförmåga. Demonstrationsodlingarna visade att grödans marktäckningsgrad inte förbättrades vid utsädesbehandling med växtnäring. Biomassan (torrsubstansen) för grödan ökade inte heller där utsädet var behandlat med växtnäring. Utifrån resultatet från lådförsöket går det att fastställa att uppkomsttid, höjdtillväxtutveckling och biomassan inte förbättrades när utsädet var behandlat med växtnäring. Det fanns även inga signifikanta skillnader mellan led som hade gödslats och där ingen gödsel hade tillsatts.

Hypoteserna kan därför besvaras på följande sätt:

(I) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ger förbättrad och snabbare uppkomst hos vårvete.

- Utifrån resultatet av lådförsöket finns inget som tyder på att uppkomsten blir snabbare eller förbättras för vårvetet om utsädet behandlas med växtnäring.

(II) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ökar den tidiga tillväxten hos vårvete.

- Utifrån resultatet av lådförsöket finns det inget som tyder på att den tidiga tillväxten hos vårvete ökar när utsädet behandlas med växtnäring. Höjdtillväxtutvecklingen var lika mellan alla led fram till 21 dagar efter sådd. Inga signifikanta skillnader fanns efter 30 dagar heller.

(III) Utsäde som är behandlat med mineralnäring ger bättre ogräskonkurrens.

- Inget tyder på att näringsbehandlat utsäde ger förbättrad konkurrensförmåga mot ogräs. Utifrån resultatet a demonstrationsodlingarna blev grödans marktäckningsgrad inte högre om näringsbehandlat utsäde användes.

(IV) Gödsling minskar effekten av näringsbehandlingen.

- Tillsättning av gödsel hade varken negativ eller positiv inverkan på näringsbehandlingsens effekt, vilket baseras utifrån resultatet av lådförsöket.

Referenslista

- Alilo, A.A., Alayari, S. & Mosavi, S.B. (2014). Micronutrient priming improves germination and seedling establishment in lentil. *Acta Advances in Agricultural Sciences*, vol. 2(11), ss. 37–44
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (1988). Ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany*, vol. 75 (2), ss. 286–305
- Bergkvist, G. & Ohlander, L. (2002). Tidig insådd ger bra fånggrödor. *Fakta Jordbruk, nr 19*. Uppsala: SLU
- Berglund, A.P. (2012). *Interspecifik konkurrens mellan kålrot och vårkorn*. Grundnivå, G2E. Uppsala: SLU, Institutionen för växtproduktions-ekologi. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/4569/>
- Bond, W. & Grundy, A.C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, vol. 41, ss. 383–405
- Cordeau, S., Smith, R.G., Gallandt, E.R., Brown, B., Salon, P., Ditommaso, A. & Ryan, M.R. (2017). Disentangling the effects of tillage timing and weather on weed community assembly. *Agriculture*, vol. 7(66), ss. 1-18
- Crafts, A.S. (1975). *Modern weed control*. University of California Press, Berkeley
- Ekre, E. (2000). Manganbetning i stråsäd. *Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet*, vol. 51, ss. 35:1-35:6

Engels, C. & Marschner, H. (1992). Root to shoot translocation of macronutrients in relation to shoot demand in maize (*Zea mays* L.). *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, vol. 155(2), ss. 121–128

Farooq, M., Wahid, A. & Siddique, K.H.M. (2012). Micronutrient application through seed treatments: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrients*, vol. 12, ss. 125–142

Flint, M.L. (2012). *IPM in practice, principles and methods of integrated pest management*. Second Edition. Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources

Fogelfors, H. (2015). *Vår mat: odling av åker- och trädgårdsgrödor: biologi, förutsättningar och historia*. Lund: Studentlitteratur

Froud-Williams, R.J., Chancellor, R.J. & Drennan, D.S.H. (1984). The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *Journal of Applied Ecology*, vol. 21 (2), ss. 629–641

Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C. & Monasterio, I. (1999). Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crops Research*, vol. 60, ss. 57–80

Gustafsson, I. (2012). *Integrerat växtskydd (IPM): metoder för ogräsglering*. Grundnivå, G1E. Uppsala: SLU, Institutionen för växtproduktionsökologi, Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/4405/>

Halmer, P. (2008). *Seed technology and seed enhancement*. *Acta Horticulturae*, vol. 771, ss. 17–26

Hampson, C.R. & Simpson, G.M. (1990). Effects of temperature, salt, and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum*). I. Germination. *Canadian Journal of Botany*, vol. 68, ss. 524–528

Harper, J.L. (2010). *Population Biology of Plants*. US: Blackburn Press

Hasanuzzaman, M. (2008). *Crop-weed competition*. Course materials for Weed Science (AGRO 351 & 352). Sher-e-Bangla Agricultural University, Bangladesh. Tillgänglig: https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/crop-weed_competetion.pdf

Huang, B.-R., Taylor, H.M. & McMichael, B.L. (1991). Growth and development of seminal and crown roots of wheat seedlings as affected by temperature. *Environmental and Experimental Botany*, vol. 31(4), ss. 471–477

Håkansson, S. (2003). *Weeds and weed management on arable land – an ecological approach*. Wallingford: CABI Publishing

Iqbal, S., Farooq, M., Nawaz, A., Atique-Ur-Rehman & Rehman, A., (2012). Optimizing boron seed priming treatments for improving the germination and early seedling growth of wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 14(14), ss. 453–456

Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M. & Duxbury, J.M. (2005). A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*), and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, vol. 41(4), ss. 427–448

Jordbruksverket, (2019). *Att förebygga växtskyddsproblem – en viktig del i integrerat växtskydd (IPM)*. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr487.html>

Khah, E.M., Ellis, R.H. & Roberts, E.H. (1986). Effects of laboratory germination, soil temperature and moisture content on the emergence of spring wheat. *The Journal of Agricultural Sciences*, vol. 107(2), ss. 431–438

Korres, N.E., Burgos, N.R. & Duke, S.O. (2018). *Weed control. Sustainability, hazards, and risks in cropping systems worldwide*. Boca Raton: CRC Press

Liljander, P. (2007). *Några vanliga ogräs - en litteraturstudie av arternas biologi samt förebyggande och direkta kontrollåtgärder*. SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/12013/>

Longnecker, N.E., Marcar, N.E. & Graham, R.D. (1991). Increased manganese content of barley seeds can increase grain yield in manganese-deficient conditions. *Australian Journal of Agriculture Research*, vol. 42(7), ss. 1065–1074

Lundkvist, A. (2014). *Ogräskontroll på åkermark*, Tredje reviderade upplagan. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr28.html>

Lundkvist, A. & Fogelfors, H. (2004). *Ogräsreglering på åkermark*. Andra reviderade upplagan. Rapport 6. SLU, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, Uppsala

Marcar, N.E. & Graham, R.D. (1986). Effect of seed manganese content on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) under manganese deficiency. *Plant and Soil*, vol. 96, ss. 165–173.

Memon, N.-N., Gandahi, M.B., Pahoja, V.M. & Sharif, N. (2013). Response of seed priming with boron on germination and seedling sprouts of broccoli. *International Journal of Agricultural Science and Research*, vol. 3 (2), ss. 183–194

Mirshekari, B. (2012). Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turkish Journal of Agriculture and Forest*, vol. 36, ss. 27–33

Miyasaka, S.C. & Grunes, D.L. (1990). Root temperature and Calcium level effects on winter wheat forage: II. Nutrient composition and tetany potential. *Agronomy Journal*, vol. 82(2), ss. 242–249

Mohsen, M.N., Mahdi, B. & Abolfazl, T. (2011). Effect of seed size and genotype on germination characteristic and seed nutrient content of wheat. *Scientific Research and Essays*, vol. 6(9), ss. 2019–2025

Monaco, T.J., Weller, S.C. & Ashton, F.M. (2002). *Weed science - principles and practices*. Fourth edition. New York: John Wiley & Sons Inc

Mossberg, B. & Stenberg, L. (2003). *Den nya nordiska floran*. Wahlström & Widstrand

Moussavi-Nik, M., Pearson, J.N., Hollamby, G.J. & Graham, R.D. (1998). Dynamics of nutrient remobilization during germination and early seedling development in wheat. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 21, ss. 421–434

NoroTec AB, 2019a. *Produkt- och säkerhetsdatablad*. Skurup: NoroTec AB. Tillgänglig: <https://www.norotec.se/produkt-o-sakerhetsdatablad> [2019-09-11]

NoroTec AB, 2019b. *Produktdatablad - NoroTec™ Winter Crop*. Skurup: NoroTec AB. Tillgänglig: <https://www.norotec.se/wp-content/uploads/2018/02/PDB-sv-Winter-Crop-130128.pdf> [2019-09-11]

Nyrén, M. (2013). *Integrerat växtskydd - en del av ett hållbart lantbruk : teoretisk och praktisk genomgång av EU-direktivet 2009/128/EG om hållbart användande av bekämpningsmedel*. Avancerad nivå, A2E. Alnarp: SLU, Institutionen för växtförädling. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/5162/>

O'Donovan, J. T. & Sharma, M. P. (1987). The biology of Canadian weeds. 78. *Galeopsis tetrahit* L. *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 67(3), ss. 787–796

Olsen, J., Kristensen, L., Weiner, J. & Griepentrog, H. (2005). Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat. *Weed Research*, vol. 45, ss. 316–321

Ricklefs, R.E. & Miller, G.L. (2000). *Ecology*. Fourth edition. New York: W.H. Freeman

Ross, M.A. & Harper, J.L. (1972). Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology*, vol. 60, ss. 77–88

Stoltz, E. (2018). *Utsädesbehandling med växtnäring för en snabb uppkomst och förbättrad ogräskonkurrens*. Plan för pilotprojekt. Örebro: Hushållningssällskapet

Stoltz, E. & Wallenhammar, A.-C. (2015). *Utsädesbehandling med mineralnäring ökar tillväxt i vårraps och stråsäd*. Slutrapport till CR Prytz donation. Örebro: Hushållningssällskapet

Stoltz, E. & Wallenhammar, A.-C. (2018). *Utsädesbehandling med mineralnäring i vårkorn*. Slutrapport till CR Prytz donation. Örebro: Hushållningssällskapet

Svanström, P. (2017). *Utsädesbehandling med mineralnäring för att förbättra uppkomst och tidig tillväxt hos vårraps*. Avancerad nivå, A1E. Uppsala: SLU, Institutionen för mark och miljö. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/9920/>

Wahlquist, K. (2019). *No effect of manganese coating or seed content*. Avancerad nivå, A2E. Uppsala: SLU, Institutionen för mark och miljö. Tillgänglig: <https://stud.epsilon.slu.se/14524/>

Weidow, B. (1993). *Ogräs*. Stockholm: LTs förlag

Weiner, J., Griepentrog, H.-W. & Kristensen, L. (2001). Suppression of weeds by spring wheat *Triticumaestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology*, vol. 38(4), ss. 784–790

Wiatrak, P. (2013). Influence of seed coating with micronutrients on growth and yield of winter in southeastern coastal plains. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 8(3), ss. 230–238

Yilmaz, A., Ekiz, H., Gültekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, S. & Cakmak, I. (1998). Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrients*, vol. 21, ss. 2257–2264

