

Lantsorter och moderna sorter av vårvete – effekt av gödsling och miljö

Landraces and modern cultivars of spring wheat – effect of fertilization and environment

Anders Lööv



Lantsorter och moderna sorter av vårvete - effekt av gödsling och miljö

Landraces and modern cultivars of spring wheat – effect of fertilization and environment

Anders Lööv

Handledare: Göran Bergkvist, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Examinator: Robert Glinwood, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå (A1E)

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - magisterarbete

Kurskod: EX0732

Program/utbildning: Agronomprogrammet – Mark/växt 270 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Göran Bergkvist

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

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

Nyckelord: Lantsorter, vårvete, lantvete, kulturspannmål, ekologisk odling

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Lantsorter har tillskrivits flera goda agronomiska egenskaper som att vara anpassningsbara till rådande odlingsförutsättningar, effektivt vatten- och näringsupptag, förmåga att stå emot hög värme och torka, samt god ogräskonkurrensförmåga. Kvalitetsegenskaper som protein- och glutenhalt beskrivs vara särskilt höga och bakningsegenskaperna goda. Lantsorter har haft en stor betydelse för växtförädlingen. Deras goda agronomiska egenskaper, har genom inkorsning i annat växtmaterial möjliggjort odling av mer högavkastande sorter, med genetiskt material från sydligare breddgrader, i Sverige och Norden. Under 1970-talet ökade intresset för lantsorter i växtförädlingen, då de sågs som en resurs genom sin stora genetiska diversitet. Detta blir speciellt intressant i takt med klimatförändringar och ökad risk för väderextremer, som torka och höga temperaturer, där lantsorter ses som motståndskraftiga jämfört med många moderna sorter. I denna studie var syftet att utvärdera skillnader i hur olika jordar och gödsling påverkar avkastning och kvalitet hos moderna sorter och lantsorter av vårvete. Flera agronomiska och kvalitetsrelaterade variabler studerades hos tre moderna sorter och fyra lantsorter av vårvete i två fältförsök utanför Uppsala under 2019. Tre klippningar av gröda och ogräs utfördes 10–12 juni, 2–8 juli och 12–14 augusti. Mätning av bladyteindex (LAI) utfördes 1–3 och 23 juli. De moderna sorterna avkastade i genomsnitt signifikant mer än lantsorterna, men skillnaden var stor inom sortgrupperna. Bland de moderna sorterna utmärkte sig Skye med störst avkastning och bland lantsorterna utmärkte sig en lokalanpassad lantsort. Tusenkorvikten (TKV) var signifikant högre hos två av de moderna sorterna, Skye och Quarna, än hos övriga sorter. Antal ax/m² var signifikant större hos de moderna sorterna, utom i jämförelse med den lokalanpassade blandningen. Kärnor/ax skiljde sig inte signifikant mellan vare sig sortgrupper eller enskilda sorter och lantsorter. Avkastningsindex (AI) var på sortgruppsnivå signifikant högst för moderna sorter, men skillnaderna var stora inom sortgrupp. Lantsorterna var signifikant högre än de moderna sorterna. Den enda gången LAI skiljde var 1–3 juli och var då signifikant högre hos moderna sorter. Den totala mängden ogräs var signifikant större hos lantsorter 2–8 juli, men skillnaden försvann under sommaren. Protein- och glutenhalt, samt rymdvikt var högre hos lantsorterna än de moderna sorterna. Falltalet var inte signifikant skilt på sortgruppsnivå, men däremot mellan enskilda sorter och lantsorter. Moderna sorten Quarna hade signifikant högst falltal och Skye lägst. Gödslingen ökade avkastningen på Krusenberg, men inte Ekhaga. Tydligast effekt av gödslingen observerades på TKV och då endast hos de moderna sorterna. Gödslingen hade ingen effekt på antalet ax/m² eller AI. Gödslingen bidrog till en signifikant höjning av protein- och glutenhalt för båda sortgrupperna, men hade ingen effekt på rymdvikt eller falltal. Resultaten från denna studie visar på att det kan vara svårt och inte alltid relevant att generalisera om att lantsorter eller moderna sorter i vissa avseenden skulle vara bättre eller sämre då stora skillnader finns inom sortgrupper.

Abstract

Landraces have been attributed several good agronomic characteristics such as adaptability to local farming conditions, efficient water and nutrient uptake, ability to withstand heat and drought, and good competitiveness against weeds. Quality characteristics, such as protein and gluten, are said to be high and the baking characteristics good. Landraces have been of great importance in plant breeding. The favorable agronomic characteristics of landraces have been incorporated in foreign plant material through crossings, which made it possible to grow high-yielding cultivars in Sweden and the Nordic countries. During the 1970s, interest rose for the use of landraces in plant breeding programs, due to the landrace's large genetic diversity. This is of particular interest in times with climate change and with increased risk of extreme weather, such as drought and high temperatures, where landraces are considered to be more resilient than modern cultivars. The aim of this study was to evaluate how different soils and fertilization affects yield and quality in modern cultivars and landraces of spring wheat. Several agronomic and quality characteristics were studied among three modern cultivars and four landraces of spring wheat in two field trials nearby Uppsala in 2019. Three cuttings of crop and weed were performed, 10-12 June, 2-8 July and 12-14 August, respectively. Leaf Area Index (LAI) was measured at 1-3 and 23 July. Modern cultivars yielded significantly higher on average than landraces, but there were large variations within cultivar groups. Skye yielded highest among modern cultivars, while a locally adapted landrace had the highest yield among landraces. Thousand Kernel Weight (TKW) was significantly higher for two modern cultivars, Quarna and Skye, than for the rest of the cultivars. Number of ears/m² were significantly higher among modern cultivars, but not in comparison with the locally adapted landrace. Kernels/ear did not differ significantly, neither between cultivar groups nor between individual cultivars. Harvest Index (HI) was significantly higher for modern cultivars, but there were large differences within cultivar groups. Landraces were significantly taller than modern cultivars. LAI differed only during 1-3 July and was significantly higher for modern cultivars. By 2-8 July, total weed amount was significantly higher among landraces, but the difference disappeared during the summer. Protein and gluten content as well as bulk density were higher in landraces than modern cultivars. Falling number did not differ significantly between cultivar groups, but differences among individual cultivars were observed. Quarna had significantly highest falling number and Skye lowest. Fertilization led to higher yields at Krusenberg, but not at Ekhaga. Fertilization increased TKW, but only with modern cultivars. Fertilization had no effect on number of ears/m² or HI. Fertilization significantly increased protein and gluten content in both cultivar groups, but no effect was seen on volume weight or falling number. Results from this study show that it's difficult and not always relevant to generalize about traits of landraces and modern cultivars, since there are large variations within cultivar groups.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Lantsorter av vårvete – en gröda för framtiden?

Syftet med denna studie var att undersöka hur lantsorter av vårvete står sig i jämförelse med de mer högvastande moderna sorter som odlas idag. Detta utfördes genom två fältförsök utanför Uppsala där effekter av gödsling och odlingsmiljö på flera egenskaper studerades. Tre moderna sorter och fyra lantsorter ingick i studien. Egenskaper kopplade till ogräskonkurrerande förmåga som undersöktes var plantlängd och bladytan i förhållande till markytan (bladyteindex – LAI). Tre klippningar av gröda och ogräs gjordes 10–12 juni, 2–8 juli respektive 12–14 augusti, medan LAI mättes 1–3 och 23 juli.

Lantsorter är ett äldre odlingsmaterial som på senare tid blivit intressant till följd av sina speciella odlings- och kvalitetsegenskaper. Lantsorter kan genom sin genetiska diversitet, anpassas till olika odlingsmiljöer. De sägs även ha god motståndskraft mot hög värme och torka samt effektivare närings- och vattenupptag än moderna sorter. I takt med klimatförändringar har dessa egenskaper blivit mer eftertraktade i odlingsled. I vårvete lyfts även den goda kvaliteten i form av hög protein- och glutenhalt, samt goda bakningsegenskaper fram. I de utförda försöken var det inte tydligt att den ena sortgruppen var bättre eller sämre än den andra. Avkastningen var i genomsnitt högre för de moderna sorterna, men stora skillnader förekom mellan de moderna sorterna och mellan lantsorterna. Bland de moderna sorterna avkastade sorten Skye mest, medan en lokalanpassad lantsort avkastade bäst av lantsorterna. För att utvärdera skillnader i kärnavkastning undersöktes tre avkastningskomponenter; tusenkornvikt (TKV), antal ax per m² och antal kärnor per ax. Tusenkornvikten är ett mått på hur välfyllda kärnorna är och var högre för två av de moderna sorterna, Skye och Quarna än för lantsorterna. Antalet ax/m² var generellt större hos de moderna sorterna, utom i jämförelse med den lokalanpassade lantsorten. Antalet kärnor/ax skiljde sig inte åt mellan vare sig sortgrupper eller enskilda sorter och lantsorter. Avkastningsindex (AI) (mått på kärnskörd relativt total biomassa) var på sortgruppsnivå högst för moderna sorter, men skillnaderna var stora inom sortgrupp. LAI var högre 1–3 juli hos moderna sorter, men skillnaden syntes inte 23 juli. Total mängd ogräs var 2–8 juli större hos lantsorter. Lantsorterna var tydligt högre än de moderna sorterna. Protein- och glutenhalt var generellt högre för lantsorter, men skillnaderna var stora inom sortgrupperna. Gödslingen bidrog till ökad avkastning vid Krusenberg, men inte vid Ekhaga. Effekt av gödsling sågs på TKV, men enbart för moderna sorter. Gödslingen hade ingen effekt på antalet ax/m² eller AI. Gödslingen bidrog till högre protein- och glutenhalt för båda sortgrupperna. Resultaten i studien visar att det inte alltid är relevant att göra allmänna generaliseringar kring lantsorter och moderna sorter, då stora skillnader även finns inom sortgrupper. Undantaget var att stråna var längre hos lantsorterna.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	11
Figurförteckning	13
1 Inledning	17
1.1 Introduktion	17
1.2 Syfte	18
1.3 Frågeställningar och hypoteser	19
1.4 Avgränsningar	19
2 Lantsorternas historia	21
2.1 Vad är lantsorter? Lite om växtförädlingens historia och växtgenetik	21
2.2 Bevarande av lantsorter	23
2.3 Lantsorternas återkomst	23
2.4 Framtid och projekt kring lantsorter	25
2.5 Svensk litteratur kring lantsorter	26
3 Agronomiska faktorerers betydelse för lantsorter av vårvete	27
3.1 Etablering	27
3.2 Tillväxt och utvecklingshastighet	27
3.3 Avkastningskomponenter	28
3.4 Påverkan av gödsling	29
3.5 Påverkan av markstatus (näring, vatten, struktur) och klimatförändringar	29
3.6 Ogräskonkurrens och allelopati	30
3.7 Resistens mot sjukdomar och skadedjur	31
3.8 Kvalitetsaspekter i kärna och koppling till genen NAM-B1	32
4 Metod	35
4.1 Fältförsök	35
4.1.1 Försökplats	35
4.1.2 Försöksplan	36
4.1.3 Försökets skötsel	36
4.1.4 Observationer och analyser	37
4.2 Statistisk analys	39
4.3 Väderdata	39
4.4 Beskrivning av ingående sorter och lantsorter av vårvete	40
4.4.1 Dacke	40

4.4.2	Quarna	40
4.4.3	Skye	40
4.4.4	Dala lantvete	40
4.4.5	Ölandsvete	41
4.4.6	Evolutionärt Källundavete	41
4.4.7	Lokalanpassad blandning	41
4.5	Litteraturstudie	41
5	Resultat	43
5.1	Väder	43
5.1.1	Ekhaga	43
5.1.2	Krusenberg (Ultuna)	44
5.2	Fältförsök	46
5.2.1	Kärnavkastning, tusenkornvikt, kärnor per ax, ax per m ²	46
5.2.2	Avkastningsindex (AI)	50
5.2.3	Total biomassa	51
5.2.4	Plantlängd	55
5.2.5	Bladyteindex (LAI) av vårvete och skillnader i annuella, perenna och total mängd ogräs	57
5.2.6	De skördade kärnornas kvalitet	62
6	Diskussion	67
6.1	Avkastningskomponenter och biomassa	67
6.2	LAI och ogräsmängd	69
6.3	Kvalitet hos de skördade kärnorna	70
6.4	Odlingspotential och fortsatta fältförsök med lantsorter av vårvete	72
7	Slutsatser	75
7.1	Besvarande av frågeställning och hypoteser	75
	Referenslista	77

Tabellförteckning

Tabell 1. Resultat av jordprovsanalyser från markkartering på 0–30 cm respektive 30–60 cm djup vid Ekhaga (Ekh) och Krusenberg (Krb) tagna 15 maj 2019	36
Tabell 2. Tusenkornvikt (g /1000 kärnor) och grobarhet (%) för utsäde av de ingående moderna sorterna (M) och lantsorterna (L) i försöket	37
Tabell 3. Variansanalys för kärnavkastning (ton/ha) (n=112), tusenkornvikt (TKV) (n=112) och kärnor/ax (n=112) under 27–28 augusti samt antal ax/m ² (n=112) under 12–14 augusti. Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	47
Tabell 4. Variansanalys för avkastningsindex (AI) (n=112) under 27–28 augusti. Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	50
Tabell 5. Variansanalys för total biomassa av vårvede under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	52
Tabell 6. Variansanalys för plantlängd av vårvede under 12–14 augusti (n=140, ca BBCH87). Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	55
Tabell 7. Variansanalys för bladyteindex (LAI) av vårvede under 1–3 juli (n=112, ca BBCH71) och 23 juli (n=112, ca BBCH85). Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	57
Tabell 8. Variansanalys för årliga ogräs under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	59

Tabell 10. Variansanalys för total mängd ogräs under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	61
Tabell 11. Variansanalys för proteinhalt (n=112), glutenhalt (andel av proteinhalt) (n=112) och stärkelsehalt (n=112). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	63
Tabell 12. Variansanalys för falltal (s) (n=112) och rymdvikt (g/liter) (n=112). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp	63
Tabell 13. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av proteinhalt, glutenhalt (andel av proteinhalt) och stärkelsehalt för moderna sorter och lantsorter i ogödslade och gödslade led vid Krusenbergs (Krb) och Ekhaga (Ekh)	64
Tabell 14. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av proteinhalt, glutenhalt (andel av proteinhalt) och stärkelsehalt för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenbergs och Ekhaga	64
Tabell 15. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av falltal (s) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L). Sammanslagna data för Krusenbergs och Ekhaga	65
Tabell 16. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av rymdvikt (g/liter) för modern sort och lantsort (sortgrupper) samt för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenbergs och Ekhaga	65

Figurförteckning

- Figur 1.* Smårutor som visar platser för de olika provtagningarna i sådraget för destruktiva provtagningar under juni (1), juli (2) och augusti (3). Proven togs aldrig närmre sådragets långsida än 20 cm och provtagningsrutor markerade med x är extrarutor som användes när det fanns betydande mängder tistel i den planerade provtagningsytan. 38
- Figur 2.* Dygnsmedeltemperatur (°C) för luft och i mark (10 cm djup) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ekhaga. Normalvärden för lufttemperatur (°C) år 1961–1990 vid Ultuna (Uppsala). 44
- Figur 3.* Nederbördsmängd (mm) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ekhaga. Normalvärden år 1961–1990 för nederbörd vid Ultuna (Uppsala). 44
- Figur 4.* Dygnsmedeltemperatur (°C) för luft och i mark (10 cm djup) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ultuna (Uppsala). Normalvärden för lufttemperatur (°C) år 1961–1990 vid Ultuna. 45
- Figur 5.* Nederbördsmängd (mm) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ultuna (Uppsala). Normalvärden år 1961–1990 för nederbörd vid Ultuna. 46
- Figur 6.* Kärnavkastning (ton/ha) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019. 47
- Figur 7.* Tusenkornvikt (g/1000 kärnor) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019. 48
- Figur 8.* Tusenkornvikt (g/1000 kärnor) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019. 49
- Figur 9.* Antal ax/m² och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) under 12–14 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. 49
- Figur 10.* Avkastningsindex (%) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort under 27–28 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga 50

- Figur 11.* Avkastningsindex (%) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) under 27–28 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. 51
- Figur 12.* Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort vid Krusenberg (Krb) och Ekhaga (Ekh) när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), BBCH71 (2–8 juli) och BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. 53
- Figur 13.* Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni) sommaren 2019. Data för gödslade led vid Krusenberg saknas. 53
- Figur 14.* Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH71 (2–8 juli) sommaren 2019. 54
- Figur 15.* Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. N.s. = ingen signifikans. 55
- Figur 16.* Plantlängd (cm) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. 56
- Figur 17.* Plantlängd (cm) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. 56
- Figur 18.* Bladyteindex (LAI) (m² bladyta/m² markyta) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort i ogödslade och gödslade led när grödan var vid ca BBCH71 (1–3 juli) och ca BBCH85 (23 juli) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans. 58
- Figur 19.* Bladyteindex (LAI) (m² bladyta/m² markyta) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter och fyra lantsorter vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH71 (1–3 juli) och ca BBCH85 (23 juli) sommaren 2019. N.s. = ingen signifikans. 58
- Figur 20.* Perenna ogräs (g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), ca BBCH71 (2–8 juli) och ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans. 60
- Figur 21.* Total mängd ogräs (g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), ca BBCH71 (2–8 juli) och ca BBCH87 (12–14

augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans

62

1 Inledning

1.1 Introduktion

Begreppet kulturspannmål omfattar äldre accessioner (varianter) och/eller sorter av spannmål från sent 1800-tal till tidigt 1900-tal (Leino 2017). Lantsorter är en grupp av plantor (population) som under en längre tids odling anpassats till en specifik plats lokala odlingsförutsättningar, men som ej selekterats fram systematiskt. Kultursorter är en nyare benämning som omfattar gamla och nya lantsorter, samt äldre förädlad sortmaterial. Lantsorterna användes i stor utsträckning i början av den moderna växtförädlingen under tidigt 1900-tal där de korsades med mer högavkastande sorter. De upprepade korsningarna har historiskt möjliggjort odling av mer högavkastande sorter i Sverige, där många av de goda agronomiska och kvalitetsmässiga egenskaperna i dagens sorter kan hänföras till lantsorterna.

En orsak till att intresset för lantsorter ökat under 2000-talet är dess förmåga att anpassa sig efter lokala odlingsförutsättningar (Murphy et al. 2005). Den ofta goda eller bättre kärnkvaliteten i form av högre protein- och glutenhalt, goda eller bättre bakningsegenskaper, samt högre näringstäthet hos lantsorter jämfört med moderna sorter lyfts även fram som mycket viktiga aspekter (Leino 2017). De goda kvalitetsegenskaperna tros härröra från en gen vid namnet NAM-B1 som finns hos en del lantsorter och som påverkar mognadsprocessen. Genen finns nästan uteslutande bland lantsorter från Norden, och saknas hos lantsorter från andra delar av världen (Hagenblad et al. 2012). För lantbrukarna är lantsorternas anpassning till odlingsmiljön samt den goda kärnkvaliteten intressant (Murphy et al. 2005). De goda kvalitetsegenskaperna har även ökat intresset bland bagerier och konsumenter.

Flera studier kring lantsorter under nordiska och svenska odlingsförhållanden har utförts (Ortiz et al. 2003; Diederichsen et al. 2013). Lantsorter har observerats ha

tidigare skott- och rottillväxt (Bertholdsson & Kolodinska Brantestam 2009), samt snabbare utveckling jämfört med moderna sorter (Ortiz et al. 1998). Lantsorter har generellt även observerats ha lägre avkastningsindex (AI) till följd av bland annat mindre antal kärnor per småax (Diederichsen et al. 2013) samt mindre axstorlek (Leino 2017). Däremot är vatten- och näringsupptag ofta bättre i lantsorter på grund av ett större, djupare och mer förgrenat rotsystem (Waines & Ehdai 2007). Detta är av särskild betydelse under perioder av hög värme och torra. Lantsorters förmåga att konkurrera mot ogräs har i en del fall varit bättre än hos moderna sorter (Murphy et al. 2008). En orsak till bättre konkurrenskraft hos lantsorter är ett bättre näringsupptag vid låga näringsnivåer i mark (Waines & Ehdai 2007), samt ett långt strå som ökar grödans ljuskonkurrerande förmåga genom att växa ifrån och beskugga ogräsen (Murphy et al. 2008). En tredje faktor är allelopati som kan hämma tillväxten av angränsande ogräs (Bertholdsson 2005).

Samspel mellan gödsling med kväve och sort visar ofta på en större effekt av kväve på avkastningen hos moderna sorter jämfört med lantsorter (Diederichsen et al. 2013). Samspelet mellan plats och sort är starkast för lantsorter då de i hög grad är anpassade till de odlingsförutsättningar som råder vid en specifik plats. Studier av samspelet plats, gödsling och sort är däremot mindre utrett. Detta samspel skulle behöva undersökas mer för att se vilka agronomiska och kvalitetsparametrar som påverkas och skiljer sig åt mellan lantsorter och sortgrupper. Rymdvikt är en kvalitetskomponent som är mindre studerad i tidigare försök (Leino 2017). Rymdvikten är ett densitetsmått (g/hl kärna, g/l kärna) som används som kvalitetsmått av flera företag som tar emot spannmål (Yabwalo et al. 2018). Rymdvikten används för att bedöma hur välfyllda (stora) och jämna kärnorna är. Välfyllda kärnor innehåller mer frövit i förhållande till skal, vilket är fördelaktigt vid odling av brödvete (Leino 2017). Låg rymdvikt leder till prisavdrag och/eller nedklassning av spannmålen (Lantmännen 2020). Det är oklart från litteraturen hur skillnader i ogräskonkurrens mellan lantsorter och moderna sorter kopplar till mängden tillgänglig växtnäring.

1.2 Syfte

Syftet var att utvärdera skillnader i hur olika jordar/platser och gödsling påverkar avkastning och kvalitet hos ekologiskt odlade lantsorter jämfört med moderna sorter av vårvete.

1.3 Frågeställningar och hypoteser

Målet var att svara på följande frågeställning:

Hur påverkar miljö och gödsling konkurrenskraft, avkastning och kvalitet hos lantsorter jämfört med modern spannmål i ekologisk odling?

Utifrån frågeställningen har fem olika hypoteser formulerats:

(I). Moderna sorter har generellt större kärnavkastning än lantsorter på grund av fler ax per m², fler kärnor per ax och högre tusenkornvikt.

(II). Moderna sorters avkastning ökar mer vid gödsling än lantsorters avkastning.

(III). Moderna sorters avkastning gynnas mer än lantsorters avkastning av bördigare jordar (bättre odlingsbetingelser såsom näringsstatus, markstruktur).

(IV). Moderna sorter har sämre ogräskonkurrens än lantsorter.

(V). Kvalitetsaspekter vad gäller protein- och glutenhalt samt falltal är högre hos lantsorter, medan rymdvikt är högre hos moderna sorter

1.4 Avgränsningar

Denna avhandling omfattar vete, speciellt vårvete. Fokus är på agronomiska och kvalitetsaspekter och hur dessa skiljer sig åt mellan lantsorter och moderna sorter av vårvete. Sjukdoms- och skadedjursresistens har inte undersökts, men behandlas i litteraturgenomgången och diskussion, då det är ett intressant område som kan kopplas till slutlig avkastning och förädlingsverksamhet. Avhandlingen behandlar i huvudsak lantsorter som används i Sverige och till viss del också i Norden, men endast i mindre utsträckning från andra delar av världen.

2 Lantsorternas historia

2.1 Vad är lantsorter? Lite om växtförädlingens historia och växtgenetik

Processer som bidragit till lantsorternas uppkomst och bevarande har varit följande:

- Naturlig och medveten selektion efter genotyper som ansetts ha önskvärda och fördelaktiga egenskaper. Kärnor från dessa plantor användes som utsäde till nästa års odling (Zeven 1998; Leino 2017).
- Genflöde genom utbyte av kärnor (utsäde) med andra lantbrukare och korspollinering inom och/eller mellan fält (Zeven 1998; Leino 2017).
- Genetisk drift genom slumpmässiga förluster av olika genotyper. Detta sker genom att en del av skörden ej används som utsäde, utan istället används som mat eller foder (Leino 2017).

En viktig skillnad mellan lantsorter och moderna sorter är att lantsorter besitter en stor genetisk heterogenitet dvs. variation mellan plantor inom sort (Zeven 1998; Newton 2011; Leino 2017). Detta kan jämföras med de moderna sorter som till största delen består av genetiskt homogena plantor (Leino 2017). Lantsorternas variation har historiskt sett varit en stor fördel då dessa kunnat anpassas till de platser där odling skett. Lantsorternas förmåga till anpassning medför att de ofta har en hög skördestabilitet (Zeven 1998). Skördenivån är dock normalt betydligt lägre än vad som kan erhållas med moderna sorter (Leino 2017). De små skördarna var en starkt bidragande orsak till att stora massurval av lantsorter initierades under 1800-talet (MacKey 1988; Leino 2017). Massurvalet var ett första steg mot den moderna växtförädlingen med målet att skapa mer enhetliga 'sorter' (Leino 2017). Massurvalet

var ett systematiskt urval av plantor med önskvärda egenskaper (MacKey 1988; Leino 2017). De utvalda plantorna odlades och uppförökades separat där man erhöll 'sorter' som var mer enhetligare än tidigare. Dessa 'sorter' var dock inte rena sorter då det förekom relativt stor heterogenitet mellan plantorna (Börjesson et al. 2014). Utsäde av spannmål framtaget genom massurval tenderade att beblandas med de tidigare lantsorterna, vilket bibehöll variationen. Försäljningen av utsäde av sorter från massurval ökade under slutet av 1800-talet, och krav började ställas på utsädet. Faktorer som god grobarhet, kornstorlek samt att utsädet var fritt från inblandning av ogräsfrön och annat frö samt skräp blev viktigt. Lantsorternas utträde från växtodlingen påbörjades mer eller mindre i och med uppstarten av den moderna och medvetna växtförädlingen (Leino 2017). Förutom nya sorter, genomfördes förändringar i odlingsystemen med bland annat högre gödselgivor genom mineralgödsel, som gjorde lantsorterna mindre lämpliga för odling (Börjesson et al. 2014). I den moderna växtförädlingen kunde framställning av homogena populationer (rena linjer) ske (MacKey 1988; Leino 2017). Då bland annat vete är en i huvudsak självbefruktande art gör detta att kärnor som produceras av en enskild planta är mer eller mindre genetiskt identiska med plantan som producerat kärnorna (Leino 2017). Olika sorter togs fram genom individurval där kärnor togs från enskilda plantor som sedan odlades och uppförökades separat (Roll-Hansen 1989; Leino 2017). Detta genombrott i växtförädlingen åstadkoms av Hjalmar Nilsson år 1892 (Roll-Hansen 1989). Hjalmar Nilsson var svensk växtförädlare vid Sveriges utsädesförening i Svalöv och tillvägagångsättet kom att kallas Pedigree-metoden eller Svalöfmetoden (MacKey 1988; Olsson 1997b; Leino 2017). Ett senare viktigt framsteg i den moderna växtförädlingen gjordes av Herman Nilsson-Ehle, växtförädlare vid Sveriges utsädesförening i Svalöv samt professor i genetik vid Lunds universitet (Olsson 1997b; Leino 2017). Nilsson-Ehle insåg att två helt olika, men rena linjer av plantor, kunde korsas för att erhålla önskvärda egenskaper. Nya och upprepade individurval gjordes därefter från avkomman och till slut erhöles homogena plantor med de kombinerade egenskaperna (Leino 2017). Metoden som kallas transgressionsförädling publicerades av Nilsson-Ehle i två doktorsavhandlingar år 1909 och 1911 (MacKey 1988). Dessa planmässiga korsningar inom transgressionsförädlingen grundade sig på de mendelska ärftlighetslagarna (Åkerberg 1986; Svensson 1997). Nilsson-Ehle insåg att dessa ärftlighetslagar var en viktig del i den fortsatta växtförädlingen för att kunna förstå hur olika egenskaper nedärvs och kan kombineras. De moderna sorterna med liten variation mellan plantor växte snabbt i popularitet (Leino 2017). Jämfört med lantsorterna var avkastningen högre, bland annat då de nya sorterna hade en jämnare etablering samt kunde tillgodogöra sig mer växtnäring (Svensson 1997; Leino 2017). Nackdelar med lantsorterna var ett längre strå med lägre stråstyrka samt känslighet mot flera sjukdomar, bland annat gulrost och stråknäckare (Olsson 1997a).

2.2 Bevarande av lantsorter

Då den moderna växtförädlingen startade under sent 1800-tal nyttjades lantsorter inom förädlingen för att ta fram nya moderna sorter (Olsson 1997a; Leino 2017). Lantsorter av bland annat vete hade goda egenskaper som vinterhärdighet, hög protein- och glutenhalt, samt bra bakningsegenskaper. På uppdrag av förädlingsföretagen samlades till en början stora mängder av olika lantsorter in från olika delar av Sverige. Eftersom lantsorterna inte längre passade in i de nya odlingssystemen, fasades de ut med tiden och ersattes av moderna sorter. Trots detta fanns lantsorterna kvar i odling långt efter att den moderna växtförädlingen infördes. Uppgifter finns om odling av lantsorter fram till 1920-talet (Svensson 1997) och även 1930-talet från olika delar av Sverige (Leino 2017). Även senare odling kan ha förekommit (Svensson 1997). Stora insamlingar av flera svenska lantsorter utfördes av ett flertal växtförädlare under sent 1800-tal och under tidigt 1900-tal (Olsson 1997a; Leino 2017). De största insamlingarna gjordes av Hjalmar Nilsson, Pehr Bolin och Åke Åkerman (Olsson 1997a; Leino 2017). Nilsson och Bolin gjorde större insamlingar under 1890-talet medan Åkerman samlade in lantsorter under 1920-talet. Lantsorter som samlats in uppodlades var tredje till fjärde år för att bibehålla livskraftigt odlingsmaterial med god grobarhet. Med tiden upphörde bevarandet av lantsorterna genom odling, varvid utsädet av flera accessioner tappade grobarhet och blev obrukbart. En del lantsorter bevarades dock hos förädlingsföretagen. Kärnor bevarades även vid högskolor, universitet, museum och utländska genbanker (Leino 2017). Två stora frösamlingar (kärnor) av lantsorter finns på Nordiska museet i Stockholm samt på Vänersborgs museum. De kärnor som finns verkar dock ha förlorat sin grobarhet och kan inte användas i odling (Leino et al. 2009; Leino 2017). Det finns dock DNA i kärnorna som är relativt intakt vilket har gjort att det har varit möjligt att analysera genomet.

2.3 Lantsorternas återkomst

Under slutet av 1970-talet grundades den Nordiska genbanken, som år 2008 blev nuvarande NordGen (Nordic Genetic Resource Center) (Leino 2017). NordGen är ett samarbete mellan de nordiska länderna och finansieras främst genom Nordiska rådet (NordGen 2017d). Målet för NordGen är att fungera som en genbank av växtmaterial till jord- och skogsbruk, och att genom genetisk diversitet kunna bidra till en mer hållbar produktion (NordGen 2017abc). Vid denna period vaknade intresset för äldre lantsorter

(Hysing et al. 2008; Leino 2017). De sågs åter som en resurs för den framtida växtförädlingen i skapandet av nya moderna sorter. Den stora genetiska variabilitet som lantsorterna besitter innehåller ett flertal önskvärda agronomiska och kvalitetsegenskaper. Bland agronomiska egenskaper finns bland annat gener som gör lantsorterna mer vinterhärdiga, torktåliga samt konkurrenskraftiga mot ogräs (Leino 2017). Önskvärda kvalitetsegenskaper är bland annat bra bakningsduglighet (protein, gluten) samt bra näringsinnehåll. Idag tillhandahåller NordGen flera accessioner av spannmål samt flera andra växtarter (NordGen 2017a). Frön förvaras i Sverige (Alnarp), Danmark (Aarslev) samt på Svalbard (Jordbruksverket 2011). NordGen har även en databas (SESTO) kring alla växtarter som tillhandahålls. I databasen kan sökningar efter specifika arter, sorter och accessioner göras (NordGen 2017).

En annan organisation inom Sverige som arbetar för att ta tillvara på äldre kulturväxter är Programmet för odlad mångfald (POM) (Sveriges Lantbruksuniversitet 2020b). Programmet initierades år 2000 och är ett resultat av FN:s konvention om biologisk mångfald från år 1993 och FAO:s handlingsplan från år 1996 om att bevara livsmedelssäkerheten i framtiden. Programmet är även en del i att uppfylla det svenska miljömålet 'ett rikt odlingslandskap'. Jordbruksverket ser till att målet uppfylls, medan Sveriges Lantbruksuniversitet genomför det praktiska arbetet. Genom POM identifieras kulturväxter som bör bevaras (bevarandesorter) och dessa tas upp på en sortlista (bevarandelista) av Jordbruksverket (Jordbruksverket 2011). På sortlistan finns bland annat ett flertal svenska lantsorter av spannmål (Jordbruksverket 2020b). Kulturväxtdatabasen SKUD (Svensk kulturväxtdatabas) har utvecklats genom ett samarbete mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Göteborgs botaniska trädgård samt Evolutionsmuseet (Uppsala universitet) (Sveriges Lantbruksuniversitet 2020c). Information kring växters utbredning, livsform och användning är lagrat i databasen.

En framträdande person inom området kring lantsorter är forskaren och växtförädlaren Hans Larsson vid Sveriges Lantbruksuniversitet (Allkorn 2018). År 1995 startades ett projekt vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp med att ta fram ekologiskt odlade lantsorter. I projektet arbetades det med kultursorter som består av en blandning av äldre lantsorter, äldre förädlade (moderna) sorter från första halvan av 1900-talet samt sorter från sent 1990-tal till tidigt 2000-tal anpassade för ekologisk odling. Projektet genomfördes i samarbete med Nordiska genbanken. Målet med projektet var att ta fram lokalanpassade kultursorter som kräver mindre insatser av växtnäring genom att vara anpassade till en viss plats odlingsförutsättningar, och samtidigt ge god skörd. Andra önskvärda egenskaper var god resistens mot skadedörare och patogener samt god ogräskonkurrens. I arbetet har även faktorer som

förmåga till anpassning till klimatförändringar, ökad biodiversitet och bättre näringskvalitet varit viktiga. Ur detta projekt grundade Hans Larsson föreningen Allkorn år 2004 med målet att i samarbete med lantbrukare skapa lokalanpassade varianter av lantsorter. Lantbrukare som är medlemmar i föreningen och vill provodla lantsorter får ett blandat utsäde av olika sorter (genetiskt heterogent utsäde) som denne odlar på sin egen gård. Efter ca 3–4 års odling är lantsorten anpassad till odlingsplatsen och blir då en gårdsspecifik kultursort. De nya kultursorterna som tas fram på respektive gård benämns även som evolutionära sorter (Allkorn 2019). Evolutionära sorter kan sägas vara nya varianter av lantsorter (Leino 2017). De nya sorterna benämns dock ej som lantsorter då odlingsmaterialet är nytt och förändrat till skillnad från många av de äldre lantsorterna. År 2019 hade föreningen Allkorn ca 400 medlemmar som aktivt deltar i arbetet med att ta fram nya kultursorter (Allkorn 2019). En annan förening som arbetar med framtagning av kultursorter är Gutekorn (Gutekorn 2011). Föreningen grundades år 2008 och har fokus på främst lantsorter och äldre sorter med ursprung från Gotland.

2.4 Framtid och projekt kring lantsorter

I takt med klimatförändringar och risken för väderextremer som exempelvis torka har lantsorter åter blivit intressant inom växtodlingen (Murphy et al. 2005). Andra förväntade egenskaper som ökad biodiversitet (Murphy et al. 2005), näringsupptag från en större jordvolym (Waines & Ehdaie 2007), ökad konkurrenskraft mot ogräs och sjukdomar (Murphy et al. 2005) samt bra kvalitet (bakningsegenskaper och näringstäthet) (Hagenblad et al. 2012; Asplund et al. 2013) gör lantsorterna intressanta. Efterfrågan har ökat kring lantsorter och år 2019 var kilopriset för vetemjöl högre jämfört med moderna sorter (Gerhardt et al. 2019). Det högre priset gynnas även av en än så länge relativt liten tillgång till mjöl av lantsorter.

Under åren 2011–2013 genomfördes det svenska projektet 'Lokalanpassade stråsädessorter' (Johansson et al. 2014). Syftet med projektet var att utvärdera olika agronomiska egenskaper bland moderna och äldre sorter och lantsorter av vete, korn, råg och havre i ekologisk odling på olika platser i Sverige. I studien observerades att lantsorter ofta hade långa strå, god ogräskonkurrens (hos vete främst på grund av strå längden, och snabb utveckling och tillväxt), samt liten sjukdomsförekomst och små skadedjursangrepp.

Under 2019 startades projektet 'Historiska sädeslag i framtidens mat' (Sveriges Lantbruksuniversitet 2020a). Projektet som pågår under fyra år finansieras av Formas (statligt forskningsråd som arbetar med fokus på hållbar utveckling) och är ett

tvärvetenskapligt samarbete mellan Sveriges Lantbruksuniversitet och Högskolan i Kristianstad, lantbrukare, bagare, Eldrimner (Nationellt resurscentrum för mathantverk), samt föreningen Allkorn medverkar i projektet. Syftet är att öka kunskaperna om hur miljö och skötselåtgärder påverkar avkastning och kvalitetsaspekter (näring i kärna) hos moderna sorter och lantsorter av vårvete och råg i ekologisk odling. I projektet utförs även sensoriska analyser av moderna sorter och lantsorter.

Svenska odlingsförsök utförda under torråret 2018 visade i flera fall att lantsorter klarade sig bättre än moderna sorter (Gerhardt et al. 2019). För vårvete var skörde-minskningen i medeltal större bland de moderna sorterna, och den genomsnittliga hektarskörden var något högre för lantsorterna.

2.5 Svensk litteratur kring lantsorter

Åke Åkerman skrev och publicerade år 1951 boken *Svensk växtförädling* som behandlar olika svenska lantsorter. Annan liknande litteratur från dåtid var *Åkerns nyttoväxter* som år 1959 författades av Hugo Osvald, professor i växtodlingslära vid lantbrukshögskolan vid Ultuna utanför Uppsala (Leino 2017). Senare verk är bland annat *Den svenska växtförädlingens historia* från år 1997 av växtförädlaren Gösta Olsson. Denna bok är ett verk av flera framstående växtförädlare, där historien kring svenska växtförädlingsföretag, växtförädlingsforskningen och metodiken under sent 1800-tal samt 1900-talet beskrivs. I boken beskrivs hur lantsorter nyttjats inom den tidiga moderna växtförädlingen samt varför de med tiden försvann.

År 2017 publicerades boken *Spannmål – svenska lantsorter* av agronomen Matti Wiking Leino. Boken beskriver historia, utveckling och bevarande av lantsorter. Beskrivningar kring den svenska växtförädlingen ges och lantsorternas betydelse för framtagning av moderna sorter belyses. Flera svenska lantsorter behandlas för vete, korn, havre och råg.

3 Agronomiska faktorerers betydelse för lantsorter av vårvete

3.1 Etablering

Grobarheten/groningsvilligheten hos lantsorter är mer varierande jämfört med de moderna sorter som odlas idag (Leino 2017). Detta beror på den stora heterogenitet som finns i utsädet hos lantsorter, där kärnor från varje planta besitter olika genetiska egenskaper. Historiskt sett var heterogeniteten i utsädet förmodligen en viktig faktor, då det säkerställde någon form av skörd. I vissa fall tycks groningsvilligheten kunna vara högre i lantsorter till följd av en lägre fältgroningsresistens. Fältgroningsresistensen är en viktig karaktär i moderna sorter som förhindrar en rad kvalitetsproblem. Vid fältgroning blir kärnor otjänliga som utsäde eller till bakning då näringen i kärnan förbrukas.

Tidig skott- och rottillväxt har i försök visat sig vara snabbare för lantsorter än för moderna sorter (Bertholdsson and Kolodinska Brantestam 2009). Detta är en effekt av den moderna växtförädlingen som prioriterat ett högre avkastningsindex (AI) genom reduktion av plantlängden. De gener som använts för att reducera plantlängden har även haft pleiotropa effekter på tidigheten i etableringen genom påverkan på tillväxt av både skott och rötter. Med pleiotrop menas att en gen reglerar flera egenskaper (Leino 2017).

3.2 Tillväxt och utvecklingshastighet

Jämförelser mellan nordiska lantsorter och moderna sorter har visat en i genomsnitt något kortare tid till uppkomst, axgång och mognad hos lantsorter, men skillnaden var större inom grupp än mellan grupper (Diederichsen et al. 2013). I andra jämförelser av nordiskt vårvete har det tagit längre tid till axgång och blomning för

äldre sorter än för moderna sorter (Ortiz et al. 1998, 2003). Enligt dessa studier har antalet dagar till axgång och blomning minskat successivt med sorter från början av 1900-talet till nutid. Fördelningen av resurser i plantor skiljer sig i vissa fall åt mellan lantsorter och moderna sorter (Diederichsen et al. 2013). En sådan tydlig karaktär är plantlängd, där lantsorterna har ett längre strå än de moderna sorterna. Problem som uppstår med längre strån är att de riskerar att ge upphov till liggsäd, eftersom hävarmen och belastningen på stråbasen blir större (Berry et al. 2007). Lantsorter är även mindre stråstyva än moderna sorter, vilket ytterligare ökar risken för liggsäd (Ortiz et al. 1998; Diederichsen et al. 2013). Det som observerats i försök av Diederichsen et al (2013) och Ortiz et al. (1998) är att strå längden och mängden liggsäd succesivt minskat med moderna sorter fram till 1960- och 1970-talen. Ett kortare strå har varit en stor del av framgången i det förädlingsarbetet.

Tillväxt och utveckling är två faktorer som har en stark koppling till avkastning och kvalitet. En långsammare utveckling i form av mognadstid möjliggör en längre tid för fotosyntes hos plantor (Diederichsen et al. 2013; Leino 2017). Detta har i sin tur en positiv inverkan på tillväxten hos plantor, där en ökad tillväxt av vegetativa delar, till exempel blad, bidrar till en ökad fotosyntes där mer fotosyntesprodukter kan allokeras. Kärnornas storlek som bestäms under kärnfyllnadsfasen är av största vikt och är avgörande för hur stor den slutliga avkastningen blir, samt dess egenskaper. En längre tid för translokering av näring och fotosyntesprodukter från vegetativa delar ger större kärnor och högre avkastning (Triboi and Triboi-Blondel 2002). Mängden kväve som translokeras i plantan till kärnor blir dock i stort sett detsamma, men där en kortare kärnfyllnadsfas ofta leder till högre proteinhalt i kärnan. I den svenska växtförädlingen har dock tidighet varit en viktig aspekt på grund av den korta växtsäsongen (Ortiz et al. 1998; Diederichsen et al. 2013). För att vårveteodlingen skulle vara möjlig i större delar av Sverige var tidighet en viktig karaktär. Samtidigt har man fokuserat på högre avkastningsindex (AI) samt effektivare fotosyntes för att inte göra avkall på avkastning (Diederichsen et al. 2013).

3.3 Avkastningskomponenter

Lantsorter har ett generellt ett mindre ax än moderna sorter (Leino 2017), eftersom färre småax per ax och färre kärnor per småax produceras, samt har ett längre strå, vilket tillsammans resulterar i ett lägre avkastningsindex (Diederichsen et al. 2013). Resurser som plantor allokerar via fotosyntes går till större del åt att bygga strå i lantsorter. Detta får följden att kärnavkastningen blir lägre då färre näringsämnen och fotosyntesprodukter går åt till att bygga kärnor. En av de främsta anledningarna till varför växtförädlingen under många år fokuserat på framtagning av sorter med

kortare strå, var och är att kunna höja gödslingsnivån med kväve och därmed även höja kärnavkastningen. Den lägre avkastningen hos lantsorter jämfört med moderna sorter beror även på att många lantsorter är mindre dråsfasta, dvs. kärnor lossnar ur ax före skörd. Signifikanta skillnader i tusenkornvikt (TKV) har ej observerats mellan nordiska lantsorter och moderna sorter (Diederichsen et al. 2013), men däremot mellan enbart svenska lantsorter och moderna sorter (Leino 2017). Lantsorter generellt verkar ha haft lägre rymdvikt än moderna sorter, men i höstvetete tycks lantsorterna ha haft högre rymdvikt. En del lantsorter och äldre sorter har i studier även observerats ha fler ax per planta och ytenhet än moderna sorter (Ortiz et al. 2003; Asplund et al. 2013).

3.4 Påverkan av gödsling

Optimal gödslingsgiva (kvävegiva) ligger på en lägre nivå hos lantsorter (Diederichsen et al. 2013). Dessa är generellt inte lämpade för höga givor av kväve, utan är i första hand anpassade till de odlingsförhållanden som råder på platsen där de odlas. Sambandet mellan genotyp och plats (miljö) är mycket starkt då gödsling av lantsorter och äldre sorter studeras samt när dessa jämförs mot moderna sorter. Hos moderna sorter har ett kortare och styvare strå tillsammans med bildning av fler kärnor bidragit till att mer kväve kunnat tillföras, varvid den optimala givan är högre.

3.5 Påverkan av markstatus (näring, vatten, struktur) och klimatförändringar

Flera studier har visat att lantsorter av vete (vårvete inkluderat) har ett bättre näringsupptag och bättre förmåga till vattenförsörjning än moderna sorter (Waines & Ehdaie 2007). Dessa egenskaper kan knytas till att lantsorterna har ett större, djupare och mer förgrenat rotsystem. Den moderna växtförädlingen har resulterat i att rotsystemet successivt blivit allt mindre och grundare. Det grundare rotsystemet har generellt inte varit ett problem i odlingsmiljöer med optimal närings- och vattentillförsel. Däremot uppstår problem vid värmestress och torka, som resulterar i sämre vattenupptag och näringsupptag med stora skördeförkluster som följd. En studie från år 2018 i Sverige, ett år som karaktäriserades av hög medeltemperatur och torka, visade färre och mindre skördeminskningar i lantsorter än med moderna sorter av både vårvete och höstvetete (Gerhardt et al. 2019). Jämförelser gjordes mot normal-skördar för moderna sorter och lantsorter, där lantsorter av vårvete och höstvetete hade en högre medelavkastning år 2018. Vid studier av kväveupptag (U_N) och kvä-

veutnyttjande (NUE - Nitrogen Use Efficiency), har tidig utveckling (senare utvecklingsstadium vid ett bestämt datum) kopplats till ett högre U_N samt NUE (Asplund et al. 2016). Näringsupptaget sägs generellt vara bättre i lantsorter till följd av ett större rotsystem som når en större jordvolym (Newton et al. 2011). Upptag av fosfor tycks vara mer effektivt på grund av det större rotsystemet. Arbuskulär mykorrhiza kan i vissa fall förbättra upptaget av näringsämnen hos en del lantsorter. I takt med klimatförändringar har lantsorter blivit mer intressanta till följd av lantsorternas förmåga att anpassa sig till de miljöer där de odlas (Leino 2017). Perioder med ett mer växlande klimat gör att lantsorterna har en större fördel gentemot dagens moderna sorter att buffra för exempelvis torka och temperaturfluktuationer (Murphy et al. 2005).

3.6 Ogräskonkurrens och allelopati

Ogräskonkurrens hos spannmål kan delas upp i dels förmåga att stå emot konkurrens (ogrästolerans) från ogräs, dels förmåga att trycka tillbaka ogräs (ogräshämmande) (Murphy et al. 2008). Den ogräshämmande effekten är viktig inom främst ekologisk odling, men även generellt den viktigare egenskapen, då den bidrar till att minska ogräsens spridning och tillväxt i fält. Detta är inte fallet med ogrästolerans som istället handlar om att god avkastning kan uppnås trots konkurrens om resurser med ogräs. Ogräshämmande egenskaper brukar omfatta tidig uppkomst, god växtkraft, god marktäckning av gröda (høgt LAI) som skuggar ogräsen, långa strån, slutet växtsätt och allelopatisk potential. I försök av Murphy et al. (2008) har lantsorter och äldre sorter av vårvete observerats ha bättre konkurrenskraft mot ogräs än moderna sorter. Detta är till största del på grund av längre strå bland lantsorter och äldre sorter. I samma försök med vårvete skiljde inte LAI signifikant mellan lantsorter, äldre sorter och moderna sorter. Korrelationsanalyser visade att LAI inte hade någon påverkan på ogräsmängden i fält, och regressionsanalyser visade att LAI inte heller hade någon större effekt på hämning av ogrästillsväxten. Tidig uppkomst i vete är associerat med längden av koleoptilen (Schillinger et al. 1998). I försöket observerades att koleoptillängden hade en negativ korrelation med ogräsmängd (Murphy et al. 2008). Däremot visade regressionsanalyser i försöket att enbart koleoptillängden inte bidrog till en ökad ogräshämmande förmåga hos grödan. Koleoptillängdens ogräsreducerande effekt tros istället vara kopplad till längden på stråna och därmed ha en indirekt påverkan. Koleoptillängden var positivt korrelerad med strållängd och strållängd negativt korrelerad med mängden ogräs. Koleoptillängden hos lantsorter, äldre och moderna sorter har visat att längden minskat med tiden. Detta är kopplat till de gener som orsakar reduktion i strållängd.

Allelopati är en annan egenskap hos växter som kan bidra till att hämma ogräsen tillväxt. I försök har lantsorter och äldre sorter av korn (Bertholdsson 2005; Leino 2017) och höstvetete observerats ha en större allelopatisk förmåga jämfört med moderna sorter (Bertholdsson et al. 2012). Studier av svenska lantsorter och moderna sorter av vårvete visar däremot på en motsatt trend (Bertholdsson 2005). De moderna sorterna har en större allelopatisk förmåga än lantsorter och äldre sorter. Detta stämmer med jämförelser av andra europeiska lantsorter med moderna sorter (Bertholdsson, 2005). I försöken av Bertholdsson (2005) minskade den allelopatiska aktiviteten hos vårvete mängden ogräs. Allelopatisk förmåga kombinerat med egenskaper kopplade till god konkurrensförmåga som exempelvis tidig uppkomst och god skjutkraft, ger god konkurrenskraft mot ogräs (Bertholdsson 2005). En kritisk punkt gällande allelopati i grödor har varit huruvida en ökad allelopatisk aktivitet orsakar en reducerad kärnavkastning. I vår- och höstvetete är detta samband inte tydligt, men i korn har ett negativt samband mellan ökad allelopatisk aktivitet och kärnavkastning observerats (Bertholdsson 2005). I vår- och höstvetete är dock den allelopatiska aktiviteten lägre än hos korn, vilket kan vara en anledning till de observerade skillnaderna mellan grödorna. Anledningar till den lägre avkastningen vid hög allelopatisk förmåga kan bland annat vara att mindre mängd kolhydrater allokeras till kärnor (Bertholdsson 2005; Bertholdsson and Kolodinska Brantestam 2009), eller genom intraspecifik allelopati (autotoxicitet) där grödans egna tillväxt och utveckling hämmas (Wu et al. 2007; Bertholdsson and Kolodinska Brantestam 2009).

3.7 Resistens mot sjukdomar och skadedjur

En fördel hos lantsorterna jämfört med moderna sorter när det gäller motståndskraft mot sjukdomar kan hänföras till lantsorternas stora heterogenitet (Murphy et al. 2005; Leino 2017). En större genetisk variation mellan plantor gör att lantsorterna har bättre buffringsförmåga mot sjukdomar, varvid risken för större skördeföruster blir mindre. Lantsorterna i sig har dock ingen generell bättre resistens jämfört med dagens moderna sorter (Leino 2017).

Gulrost (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) har varit en vanligt förekommande sjukdom bland lantsorter av vete. Den svenska växtförädlingen under 1900-talet fokuserade mycket kring resistensegenskaper mot gulrost (Lundin 1997). Exempelvis ansågs den äldre sorten 'Kotte' från tidigt 1900-tal med ursprung ur skånskt lantvete ha god gulrostresistens. Generellt var dock gulrost ett problem i lantsorter även om vissa populationer kan ha varit mer motståndskraftiga än andra. Gulrostresistens har observerats bland lantsorter från olika platser runtom i världen, där flera

gener för resistens har identifierats (Kankwatsa et al. 2017). Bland svenska lantsorter är det något oklart vilka gener som styr resistensegenskaperna (Randhawa et al. 2016). Fler förekommande sjukdomar på lantsorter av vete är stråknäckare (*Oculimacula yallundae*) (Olsson 1997a) och svartrost (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) (Lundin 1997). Ett flertal resistensgener mot svartrost har observerats och kartlagts hos lantsorter (Randhawa et al. 2016). Mjöldagg (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) tycks ha varit av liten betydelse bland lantsorter av vete (Lundin 1997). Detta är främst till följd av en mindre andel veteodling under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal än idag, samt på grund av en lägre kvävegödslingsnivå. Flera gener för mjöldaggsresistens har identifierats i lantsorter och moderna sorter av vete (Hysing et al. 2007).

Studier av lantsorters resistens mot olika typer av skadedjur har också varit av intresse. Växters resistens mot skadedjur delas in i de tre kategorierna; antixenos, antibios och tolerans (Fogelfors 2015; Leino 2017). Antixenos är kopplat till hur väl en värdväxt undviks av skadedjur. Faktorer som illadoftande och/eller illasmakande substanser. Även fysiska hinder som exempelvis borst eller hår påverkar koloniseringen av skadedjur (Leino 2017). Antibios är ett mått på hur väl en skadedjursangripen värdväxt, genom till exempel produktion av kemiska substanser, kan reducera skadedjurens tillväxt, reproduktion och överlevnad. (Fogelfors 2015; Leino 2017). Antibios kan även bero av växtstrukturer (Fogelfors 2015). Tolerans innebär att värdväxter kan klara vissa nivåer av angrepp utan större risk för reducerad avkastning.

I en amerikansk studie från år 2017 utvärderades flera olika lantsorters resistens mot skadedjursangrepp (Varella et al. 2017). Grupper av lantsorter från olika platser runt om världen testades, bland annat lantsort/-er från Sverige inom gruppen 'Europa'. I studien observerades flera lantsorter besitta olika typer av antixenos och/eller antibios. Lantsorter från Europa som uppvisade resistens besatt till största delen både antixenos och antibios i en och samma lantsortspopulation. Vid jämförelser av svenska lantsorter och moderna sorter verkar antixenos och/eller antibios troligen vanligare bland lantsorter (Leino 2017). Detta till följd av borst och hår som ofta är mer förekommande bland lantsorter.

3.8 Kvalitetsaspekter i kärna och koppling till genen NAM-B1

Kvalitetsaspekter har varit ett stort fokus kring studier av lantsorter av vete. Lantsorter av vårvete, i synnerhet nordiska (Danmark, Norge, Sverige och Finland)

lantsorter, har varit särskilt eftertraktade till följd av deras goda bakningsegenskaper (Hagenblad et al. 2012; Asplund et al. 2013). De goda bakningsegenskaperna kopplas till en variant av den pleiotropa genen NAM-B1. Genen tros medföra en högre proteinhalt samt högre halter av mikronäringsämnen. NAM-B1 finns nästan uteslutande i lantsorter av främst nordiskt vårvete och till viss del i höstvete. Genen benämndes ursprungligen Gpc-B1 (Grain protein content), men visades i senare försök koda för ett NAC-protein vid namnet 'No Apical Meristem' (NAM) protein. NAC-proteiner är involverade i växters utveckling där proteinerna fungerar som transkriptionsfaktorer. Genen fick sedermera det nuvarande namnet NAM-B1. Tre olika varianter av genen NAM-B1 har identifierats i olika lantsorter och sorter, där en variant har en funktionell allel (Wild Type, förkortat wt) samt två andra varianter med icke-funktionella alleler. De icke-funktionella allelerna består av antingen ett extra baspar (frame-shift mutation) eller av partiellt alternativt fullständigt förlorat (raderat) DNA. Det är endast wt-allelen som eventuellt skulle leda till högre proteinhalt och halt mikronäringsämnen. Huruvida det enbart är NAM-B1 som ger denna effekt är inte helt klarlagt. Troligen kan även andra gener och samspelet med miljö påverka.

Förutom högre proteinhalt styr genen flera andra egenskaper som är kopplade till växters utveckling (Hagenblad et al. 2012; Asplund et al. 2013). I en svensk studie från år 2013 observerades svenska lantsorter och äldre sorter med wt-allelen ha snabbare mognad jämfört med de med icke-funktionella alleler (Asplund et al. 2013). Kortare tid mellan uppkomst och blomning samt mellan uppkomst och mognad observerades bland annat. Skördekomponenter skiljde sig även mellan wt- och de icke-funktionella allelerna. Fler ax, lättare kärnor, större total kärnavkastning (på grund av fler ax per ytenhet), större ovanjordisk biomassa och längre strå. Noterbart i studien var dock att lantsorter och sorter med wt-allelen hade ett lägre avkastningsindex jämfört med de med icke-funktionella alleler.

Wt-allelen i vete har tidigare funnits bland europeiska lantsorter, men verkar idag ha försvunnit och ersatts av de icke-funktionella allelerna (Asplund et al. 2010). Den mest troliga orsaken till förlusten av wt-allelen kopplas till selektionen under den moderna växtförädlingen. I dagsläget spåras wt-allelen främst till lantsorter och äldre sorter av vårvete från Norden (Hagenblad et al. 2012). I en screening av Hagenblad et al. (2012) av flera nordiska lantsorter av vårvete observerades hela 53 procent av materialet innehålla wt-allelen. Wt-allelen har dock även observerats i vildemmer (*Triticum turgidum* ssp. *Dicoccoides*), emmervete (*T. turgidum* ssp. *dicoccum*) och speltvete (*T. aestivum spelta*) från andra regioner (Hagenblad et al. 2012). Anledningen till dess vanliga förekomst bland nordiska lantsorter och äldre sorter tros främst vara att den medger tidig mognad (Hagenblad et al. 2012; Asplund

et al. 2013). Detta är en viktig karaktär i Norden där odlingssäsongen är kortare än på många andra håll. Kvalitetsaspekten har dock varit en viktig karaktär vilket har gjort att wt-allelen korsats in i äldre sorter. En minskande förekomst av wt-allelen bland nya nordiska sorter av vårvete har observerats under 1900-talet. Vad detta beror på är inte helt klarlagt, men en trolig orsak är upprepade korsningar av lantsorter och äldre sorter med högavkastande sorter utan wt-allelen.

4 Metod

4.1 Fältförsök

4.1.1 Försöksplats

Arbetet har utgått ifrån två fältförsök utlagda vid Ekhaga (Lövsta gård) (59°49'46.4"N 17°48'21.7"E) öster om Uppsala samt Krusenberg (59°44'09.0"N 17°41'02.5"E) söder om Uppsala. Försöket vid Ekhaga valdes för att representera bördiga jordar och Krusenberg magra jordar. Vid Ekhaga bestod matjorden (0 cm-30 cm) av mullrik styv lera och alven (30 cm – 60 cm) av måttligt mullhaltig styv lera. Vid Krusenberg bestod matjorden av något mullhaltig moig lättlera och alven av mullfattig styv lera. Jordarnas näringsstatus framgår av tabell 1. Vid Krusenberg var pH-värdet acceptabelt, men vid Ekhaga var det lågt, speciellt i alven. Andelen lättillgänglig fosfor och kalium var god generellt, med undantag för mängden fosfor på 30–60 cm vid Ekhaga som var i den nedre delen av P-AL klass II. Mängden förrådsfosfor och kalium var i de högre klasserna (IV-V) vid båda försöksplatserna. Magnesiumhalten var god i hela jordprofilerna vid Ekhaga och Krusenberg. K/Mg-kvoten var låg vid Krusenberg, men över gränsvärdet vid Ekhaga. Vid K-AL klass IV bör K/Mg-kvoten vara under 1,5, men vid odling av spannmål (som är mindre Mg-krävande) kan kvoten vara mellan 2–3 (Jordbruksverket 2020a). Mängden aluminium och järn var hög vid båda platserna, men högre vid Ekhaga. Andelen aluminium och järn ger ett mått på jordens fosformättnadsgrad, som talar om hur mycket fosfor jorden kan binda (Ulén, 2006; Jordbruksverket 2020a). Mängden kalcium och koppar i jordprofilerna var god vid båda försöksplatserna.

Tabell 1. Resultat av jordprovsanalyser från markkartering på 0–30 cm respektive 30–60 cm djup vid Ekhaga (Ekh) och Krusenberg (Krb) tagna 15 maj 2019

	pH	P-AL mg/ 100 g	KI	K-AL mg/ 100 g	KI	Mg-AL mg/ 100 g	K/Mg-AL	Ca-AL mg/ 100 g	Al-AL mg/ 100 g	Fe-AL mg/ 100 g	K-HCl mg/ 100 g	KI	P-HCl mg/ 100 g	KI	Cu-HCl mg/kg
Ekh 0–30 cm	5,8	5,6	III	32,0	IV	12,2	2,6	279	45	64	525,5	V	87,1	V	33,1
Ekh 30–60 cm	4,7	2,2	II	25,4	IV	12,6	2,0	128	62	100	576,6	V	67,2	IV	30,7
Krb 0–30 cm	6,1	7,1	III	16,2	IV	13,2	1,2	159	15	36	278,4	IV	71,9	IV	16,3
Krb 30–60 cm	6,5	7,2	III	15,1	III	27,9	0,5	254	20	43	438,9	V	62,6	IV	23,7

4.1.2 Försöksplan

Försöken var utlagda enligt en split-plot plan med gödsling i storrutor och med sju olika vårvetesorter eller lantsorter av vårvete i smårutor. Fyra block ingick i försöket vilket innebär fyra upprepningar av varje sort per gödslingsnivå. Vårvetesorterna inkluderade tre moderna sorter och fyra lantsorter (populationer). Varje småruta var cirka 34 m² och innehöll två sådrag. Det ena sådraget användes för destruktiva mätningar medan det andra sådraget användes för mätningar av bladyteindex (LAI, Leaf Area Index), okulära observationer och uppskattning av avkastning.

4.1.3 Försökets skötsel

Försöksplatserna vid Krusenberg och Ekhaga plöjdes på hösten och harvades tre gånger till 4 cm djup före sådd på våren. Förfrukter var höstvete vid Krusenberg och träda vid Ekhaga. Försöket vid Krusenberg såddes den 28 april och det vid Ekhaga den 29 april. Vårvetet såddes med 550 grobara kärnor per m² med ett radavstånd av 14 cm i båda försöken. Utsädet tusenkornvikt var 30 g – 45 g och grobarheten 85 % eller bättre (tabell 2).

Tabell 2. Tusenkornvikt (g /1000 kärnor) och grobarhet (%) för utsäde av de ingående moderna sorterna (M) och lantsorterna (L) i försöket

Sort (utsäde)	Tusenkornvikt (g/1000 kärnor)	Grobarhet (%)
Dacke (M)	36	90
Quarna (M)	39	95
Skye (M)	45	90
Dala lantvete (L)	34	95
Ölandsvete (L)	30	98
Evolutionärt Källundavete (L)	33	85
Lokalanpassad blandning (L)	32	95

Ogräsharvning med ogräsharv utfördes vinkelrätt mot sårriktningen den 3 juni vid Ekhaga samt den 5 juni vid Krusenberg. Gödsling utfördes den 12 juni med rötrest i båda försöken. Totalgiva var 40 ton/ha vilket motsvarade cirka 156 kg N/ha. Slutlig skörd av försöken utfördes den 27 augusti vid Ekhaga, samt den 28 augusti vid Krusenberg.

4.1.4 Observationer och analyser

Planräkning utfördes på en meter i fyra sårader i varje småruta den 4 juni då grödan nått BBCH 13 (Lancashire et al. 1991) (4 juni). Räkningen gjordes genom att räkna två intilliggande sårader på två platser i varje ruta. Intilliggande rader valdes för att inkludera lika många plantor sådda med bak- respektive frambillar. Totalt räknades plantor på en yta av ca 0,56 m² i varje småruta. Grödans utvecklingsstadium noterades minst en gång per vecka.

Bladyteindex (LAI) mättes vid två tillfällen med hjälp av en handburen sensor (Delta-T Devices 2020) vid BBCH 69–71 (1 juli Ekhaga och 3 juli Krusenberg) samt vid BBCH 83–85 (23 juli). Mätningen gjordes som ett genomsnitt av fem observationer i varje småruta.

Klippning av gröda och ogräs utfördes vid ca BBCH 31 (10–12 juni), ca 71 (2–8 juli) och ca 87 (12–14 augusti). Alla sorter var dock ej i samma utvecklingsstadium vid klippningarna. Vid varje provtagningstillfälle klipptes tre ytor som var 0,28 m² stora (Figur 1) och slogs ihop till ett prov per småruta. Extrarutor fanns i smårutorna och användes om de förutbestämda provtagningsrutorna hade tistelförekomst i en omfattning som bedömdes påverka grödan på ett sätt som inte var representativt. Ogräset sorterades i fraktionerna annuella respektive perenna arter. De insamlade proven torkades i ugn vid 105°C i 24 timmar, och vägdes. Vid BBCH 71 och 87 särskildes ax och strå som vägdes var för sig. Vid BBCH 87 bestämdes också antalet

ax i proven. Plantlängd mättes vid ca BBCH 87 av tio axbärande huvudskott per sort. Mätning av plantlängd utfördes enbart i ogödslat led i ett av blocken vid respektive försöksplats.

Skördedata baseras på den skördade ytan i det sådrag där inga destruktiva mätningar gjordes. Den skördade ytan var inte densamma i alla smårutor. Rutvis uttagna prov analyserades med avseende på tusenkornvikt, proteinhalt, glutenhalt, stärkelse, falltal och rymdvikt. Kärnor per ax beräknades med hjälp av data från kärnavkastning, tusenkornvikt och antal ax per m².

12 m		
	x	
		x
	3	
8 m		2
	1	
		x
		x
		x
	3	
5 m		2
	1	
		x
		x
		x
	3	
2 m		2
	1	
		x
0 m		

Figur 1. Smårutor som visar platser för de olika provtagningarna i sådraget för destruktiva provtagningar under juni (1), juli (2) och augusti (3). Proven togs aldrig närmre sådragets långsida än 20 cm och provtagningsrutor markerade med x är extrarutor som användes när det fanns betydande mängder tistel i den planerade provtagningsytan.

4.2 Statistisk analys

Data från planräkning, klippningar och skörd sammanställdes i Excel och statistiska analyser av data gjordes med modulen ANOVA – Mixed Effects Model (Minitab® 18 Support 2019b). Analysen har inbegripit jämförelser mellan försöksplatserna Krusenberg och Ekhaga för respektive provtagning. Faktorer som försök, gödsling, sortgrupp och sort användes som fixa faktorer. Block användes som slumpmässig faktor. Plantor per m² användes som kovariabel i analysen för att korrigera för skillnader som berodde på plantantalet hos respektive sortgrupp och sort. I analysen undersöktes normalitet och lika varians bland insamlade data. Data som ej uppvisat lika varians transformerades genom ln-logaritmering för att uppnå lika varians. Medelvärdesjämförelser mellan sortgrupper och sorter utfördes med Tukey-test för att observera signifikanta skillnader (Minitab® 18 Support 2019c). I den statistiska analysen användes 95%-konfidensnivå. Konfidensintervallen för medelvärden tar hänsyn till varians mellan block och residualvariens inom block. Tukey-testet analyserar enbart skillnader i residualvariens inom block. Då samspel observerades mellan försök och experimentella behandlingsfaktorer gjordes medelvärdesjämförelser och presentation av data för respektive försök separat. Då inga samspel fanns mellan försök och behandlingar redovisas ett genomsnitt över de båda försöksplatserna. Data från LAI-mätningar sammanställdes i Excel och användes sedan i den statistiska analysen. Detta för att bedöma om skillnader av LAI förelåg mellan sortgrupper och/eller sorter. Plantlängd analyserades genom ANOVA General Linear Model (Minitab® 18 Support 2019a) och plantor per m² användes ej som kovariabel i den analysen. Mixed Effects Model kräver att minst en faktor är slumpmässig i analysen, men då mätningar enbart utfördes i ett av de fyra blocken kunde denna form av analys inte göras för plantlängd.

4.3 Väderdata

Data över månadsvis dygnsmedeltemperatur (luft och mark) samt nederbörd under perioden januari till augusti år 2019 hämtades ur databasen LantMet (Lantmet/SLU Fältforsk 2020). Databasen är ett samarbete mellan SLU Fältforsk, Jordbruksverket och Hushållningssällskapet där väderdata från lokala väderstationer och SMHI lagras. Väderdata för Ekhaga fanns tillgänglig i databasen. Vid Krusenberg fanns inga väderdata, utan istället valdes Ultuna (Uppsala) som var den närmsta platsen. Normalväderdata för åren 1961–1990 vid Ultuna hämtades från SMHI (SMHI 2020; Lantmet/SLU Fältforsk 2020) och användes som jämförelse med väderdata från år 2019 vid både Ekhaga och Krusenberg.

4.4 Beskrivning av ingående sorter och lantsorter av vårvete

4.4.1 Dacke

Sort med ursprung från Sverige (Hagman et al. 2014). Sorten lanserades år 1990 (Diederichsen et al. 2013), är långstråig och har goda kvalitetsegenskaper med hög proteinhalt och rymdvikt (Hagman et al. 2014). Sorten har även god motståndskraft gentemot olika sjukdomar. Angrepp av och mjöldagg har i sortförsök visat sig vara lägre jämfört med andra moderna sorter (Hagman et al. 2016). Mognad för sorten är medelsen. Mindre goda egenskaper är viss stråsvaghet och lägre avkastning jämfört med andra moderna sorter (Hagman et al. 2014).

4.4.2 Quarna

Sort med ursprung från Schweiz (Hagman & Halling 2017; Hagman et al. 2019). Sorten har ett kort strå och är relativt stråstyv (Hagman et al. 2019). Den har goda kvalitetsegenskaper i form av hög proteinhalt och högt falltal, samt hög rymdvikt (Hagman et al. 2019). Mognad hos sorten är tidig (Hagman et al. 2019). Mindre goda egenskaper är att sorten har något lägre avkastning än andra moderna sorter, lägre tusenkornvikt, samt är känslig för mjöldagg.

4.4.3 Skye

Sort med ursprung från Nederländerna (Hagman et al. 2019;). Goda egenskaper är en högre avkastning jämfört med andra moderna sorter samt stora kärnor. Sorten har ett kort strå, som dock är ganska stråsvagt. Mognad hos sorten är sen. Mindre goda egenskaper är lägre rymdvikt och lägre falltal jämfört med andra moderna sorter.

4.4.4 Dala lantvete

Lantsort som är ett svenskt vårvete från Dalarna och används inom ekologisk odling (Anonym u.å.). Historisk odling skedde under sent 1800-tal på främst på lättare jordar i södra Dalarna upp till Malung samt i Hälsingland. Äldre uppgifter beskriver att sorten uppvisar stor tendens till dråsning (Leino 2017). Sorten har ett långt strå (Leino 2017), och är känslig för liggsäd vid höga N-givor (Anonym u.å.). Axen är borstiga eller bortslösa samt röd- till vitpigmenterade (Anonym u.å.). Kärnorna är små och avkastningen är mindre än för moderna sorter. Sorten blommar och mognar

tidigare jämfört med moderna sorter (Anonym u.å.). Sorten har mycket goda kvalitetsegenskaper som hög proteinhalt, god mineralsammansättning och bra bakningsegenskaper.

4.4.5 Ölandsvete

Lantsort som är ett svenskt vår- och höstvete (växelvete) från Öland (Leino 2017). Lantsorten odlas idag i första hand som vårvete och inom ekologisk odling. Ölandsvete är kortstråigt jämfört med många andra lantsorter, men längre än moderna sorter av vårvete. Axen är borstiga, men borsten är relativt korta och ej särskilt utmärkande. Sorten har en hög proteinhalt och glutenhalt, och anses ha mycket goda bakningsegenskaper.

4.4.6 Evolutionärt Källundavete

Evolutionär blandning från Källunda gård utanför Kristianstad i Skåne. Långstråig med i huvudsak borstiga ax.

4.4.7 Lokalanpassad blandning

Evolutionär blandning från Ekhaga (Lövsta gård) öster om Uppsala i Uppland. Långstråig med i huvudsak borstiga ax, men även borstlösa ax förekommer.

4.5 Litteraturstudie

Litteratur i form av böcker och vetenskapliga artiklar har utgjort primära källor i denna studie. Sökandet av litteratur begränsades till perioden 1990–2020, men äldre litteratur har också använts när den har behövts för specifika syften. Allra störst fokus har varit på senare publikationer om svenska lantsorter av vårvete.

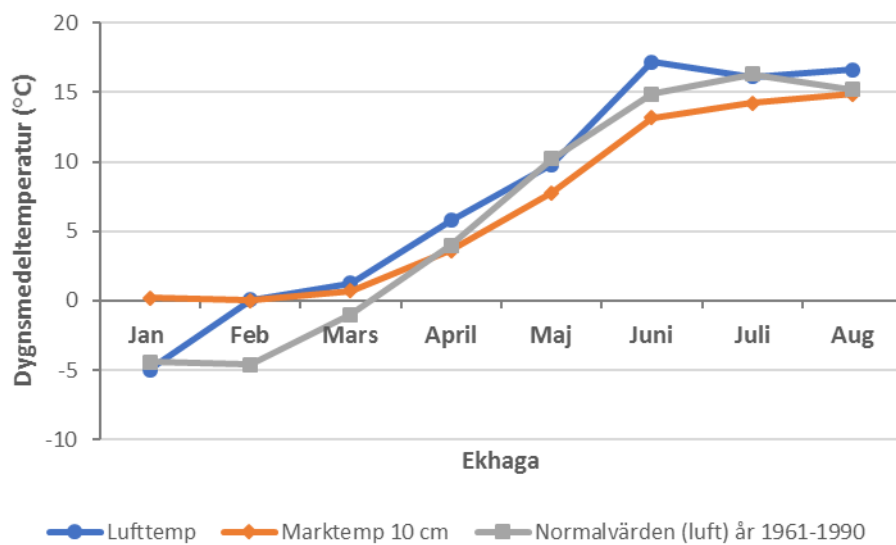
5 Resultat

5.1 Väder

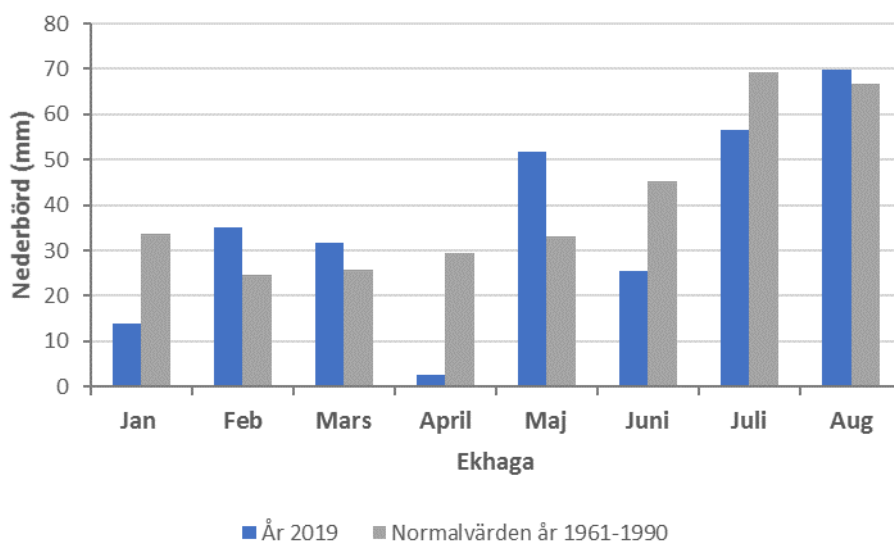
5.1.1 Ekhaga

Vid Ekhaga var luftmedeltemperaturen över 5°C under april och ökade fram till juni till som högst runt 17–18°C (figur 2). En viss nedgång i lufttemperatur inträffade mellan juni och juli för att sedan öka något igen mellan juli och augusti. Generellt var medeltemperaturen per månad högre än normalt, med undantag för maj och juli. Markmedeltemperaturen var strax under 5°C i april (figur 2), men ökade till ca 8°C under maj och 13°C under juni. Under juli och augusti var marktemperaturen kring 14–15°C.

Nederbördsmängden var mindre än normalt i januari under normalvärden, och nära normal under februari och mars. Under april, då försöket såddes, var nederbörden liten (figur 3). Under maj var nederbörden större än normalt och i juni mindre. Under juli och augusti var nederbörden nära den normala.



Figur 2. Dygnsmedeltemperatur (°C) för luft och i mark (10 cm djup) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ekhaga. Normalvärden för lufttemperatur (°C) år 1961–1990 vid Ultuna (Uppsala).



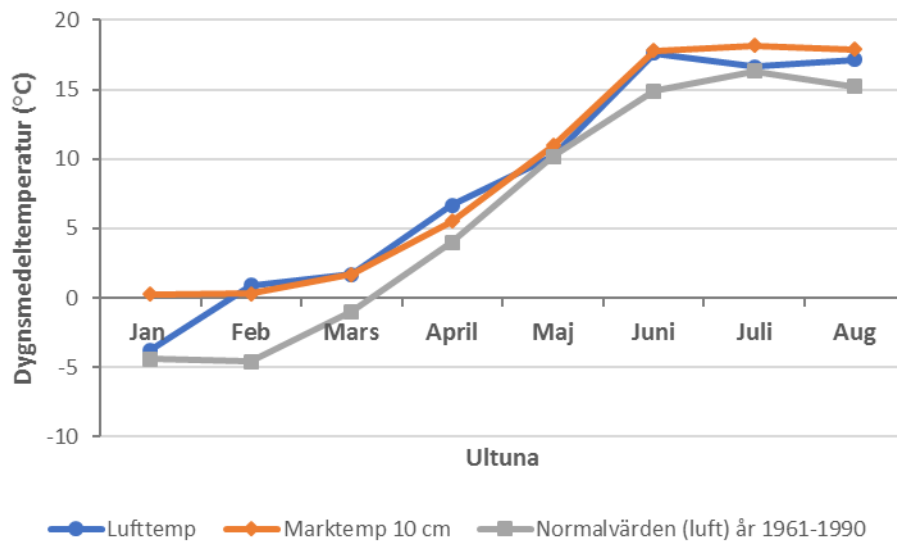
Figur 3. Nederbördsmängd (mm) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ekhaga. Normalvärden år 1961–1990 för nederbörd vid Ultuna (Uppsala).

5.1.2 Krusenberglund (Ultuna)

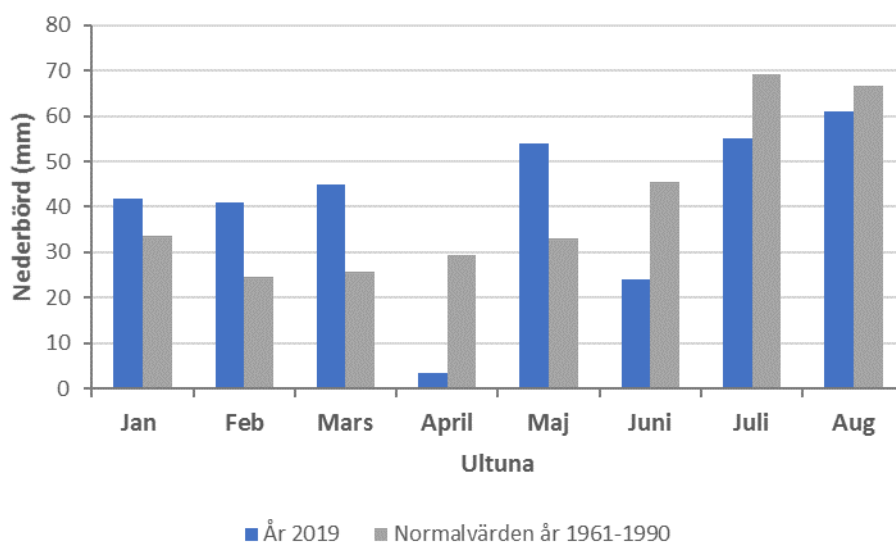
Vid Ultuna var luft- och markmedeltemperaturen över 5°C under april (figur 4). Luft- och marktemperaturen ökade successivt till ca 10°C under maj och 17–18°C under juni. Mellan juni och juli minskade lufttemperaturen till ca 16°C och var då

lägre än marktemperaturen som var runt 18°C. Viss ökning av lufttemperaturen inträffade mellan juli och augusti. Lufttemperaturen år 2019 var högre än normalvärdet under hela perioden från januari till augusti.

Nederbördsmängden var över normalvärdet under januari till mars, men betydligt lägre under april (figur 5). Under maj var nederbörden större än normalt och i juni mindre. Under juli och augusti var nederbörden nära den normala.



Figur 4. Dygnsmedeltemperatur (°C) för luft och i mark (10 cm djup) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ultuna (Uppsala). Normalvärden för lufttemperatur (°C) år 1961–1990 vid Ultuna.



Figur 5. Nederbördsmängd (mm) per månad under perioden januari-augusti år 2019 vid Ultuna (Uppsala). Normalvärden år 1961–1990 för nederbörd vid Ultuna.

5.2 Fältsförsök

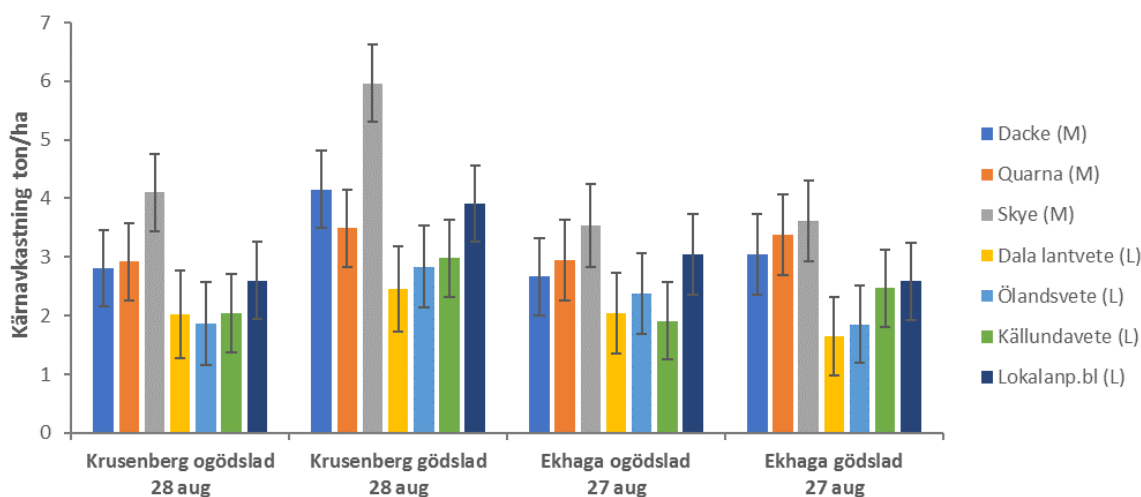
5.2.1 Kärnavkastning, tusenkornvikt, kärnor per ax, ax per m²

Signifikanta skillnader i kärnavkastning, tusenkornvikt (TKV) och antal ax per m² fanns mellan moderna sorter och lantsorter (tabell 3). För kärnavkastning fanns de största skillnaderna på sortgruppsnivå, men ytterligare skillnader fanns mellan sorter och samspelet försök*sortgrupp, försök*sorter samt försök*gödsling*sorter som var signifikanta. Den huvudsakliga skillnaden i tusenkornvikt var mellan sortgrupper och sorter, men det fanns signifikanta samspel mellan sort och försök respektive gödsling. Inga signifikanta skillnader observerades för antal kärnor per ax. För antal ax per m² fanns skillnader främst mellan sortgrupper och sorter.

Tabell 3. Variansanalys för kärnavkastning (ton/ha) (n=112), tusenkornvikt (TKV) (n=112) och kärnor/ax (n=112) under 27–28 augusti samt antal ax/m² (n=112) under 12–14 augusti. Signifikanta p-värden (p < 0,05) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp

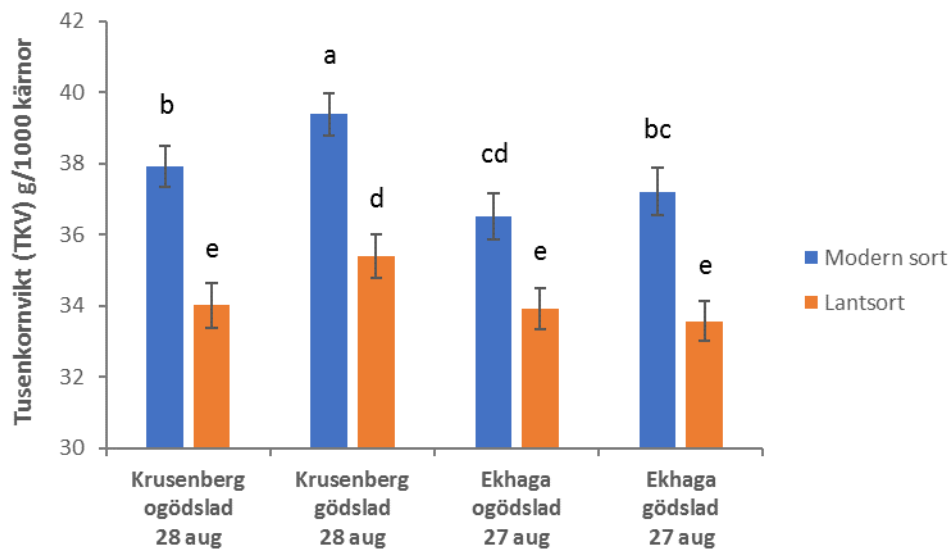
	27–28 augusti						12–14 augusti			
	Kärnavkastning ton/ha			TKV			Kärnor per ax		Ax per m ²	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	
Försök	1	2,47	0,162	18,35	0,003	0,02	0,895	4,27	0,053	
Gödsling (G)	1	36,97	0,001	23,39	0,003	4,94	0,068	1,74	0,213	
Sortgrupp(SG)	1	57,85	<0,001	277,14	<0,001	1,36	0,247	25,42	<0,001	
Sort (S)	5	16,37	<0,001	267,25	<0,001	1,66	0,155	5,9	<0,001	
G*SG	1	6,61	0,012	5,71	0,019	0,35	0,556	1,16	0,286	
G*S	5	1,8	0,125	3,25	0,011	1,58	0,177	0,14	0,982	
Försök*G	1	31,96	0,002	14,33	0,009	1,61	0,253	4,89	0,049	
Försök*SG	1	4,84	0,031	12,74	0,001	0,06	0,807	1,62	0,208	
Försök*S	5	4,42	0,001	6,24	<0,001	0,54	0,744	0,96	0,445	
Försök*G*SG	1	0,24	0,628	4,35	0,041	0,67	0,417	0,01	0,922	
Försök*G*S	5	2,68	0,028	1,99	0,09	0,61	0,689	0,99	0,432	
Plantor/m ²	1	0	0,96	0,15	0,699	2,14	0,148	1,56	0,215	

Den moderna sorten Skye hade högst kärnavkastning av alla sorter (figur 6). Skillnaden för Skye var större på Krusenberg än Ekhaga, speciellt i det gödslade ledet. Bland lantsorterna avkastade den lokalanpassade blandningen bäst och även här var skillnaden störst i det gödslade ledet på Krusenberg. Skillnaden mellan övriga sorter inom respektive sortgrupp var liten.

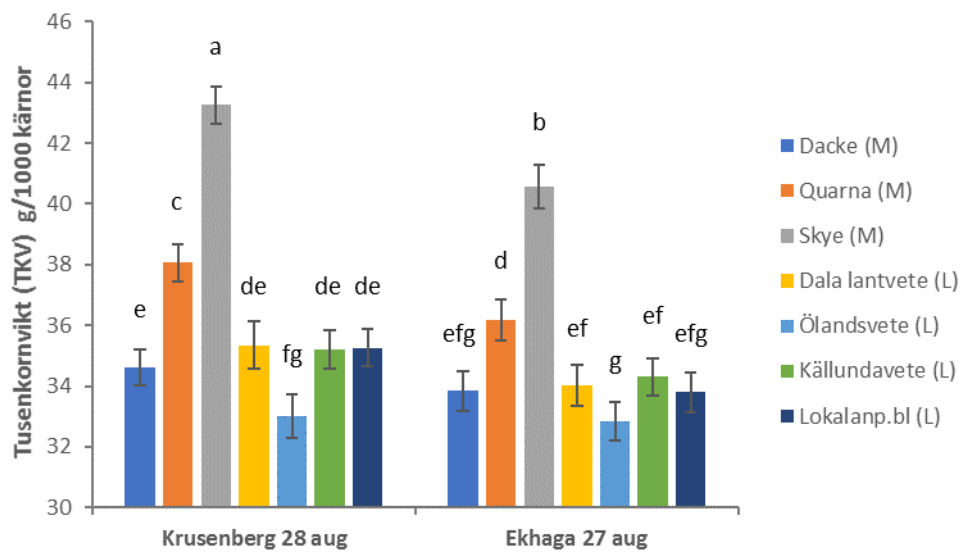


Figur 6. Kärnavkastning (ton/ha) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019.

De moderna sorterna hade signifikant högre tusenkornvikt än lantsorter (figur 7). På Krusenberg blev tusenkornvikten högre efter gödsling, men någon sådan skillnad syntes inte på Ekhaga. Bland de moderna sorterna hade Skye signifikant högst tusenkornvikt vid båda försöksplatserna (figur 8). Sorten Dacke hade en tusenkornvikt som var i nivå med lantsorterna. Bland lantsorterna hade Dala lantvete, Källundavete och den lokalanpassade blandningen högre tusenkornvikt än Ölandsvete.

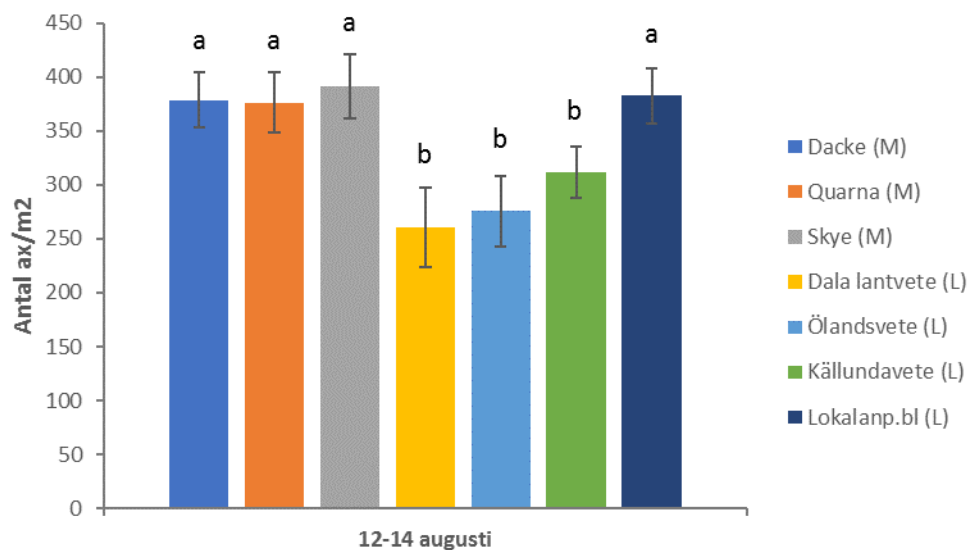


Figur 7. Tusenkornvikt (g/1000 kärnor) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019.



Figur 8. Tusenkornvikt (g/1000 kärnor) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenberg och Ekhaga under 27–28 augusti sommaren 2019.

De moderna sorterna Dacke, Quarna, Skye och lantsorten lokalanpassad blandning hade signifikant fler ax per m² än Dala lantvete, Ölandsvete och Källundavete (figur 9).



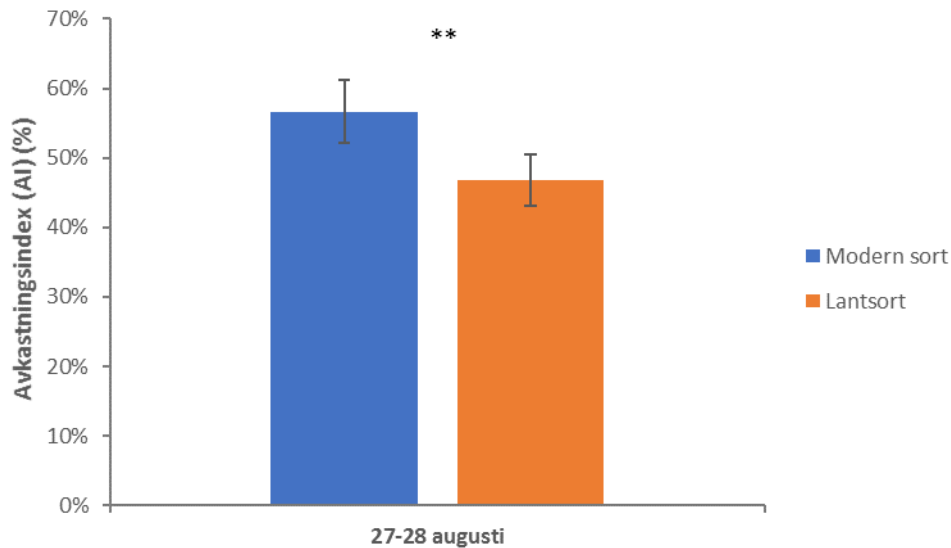
Figur 9. Antal ax/m² och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) under 12–14 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga.

5.2.2 Avkastningsindex (AI)

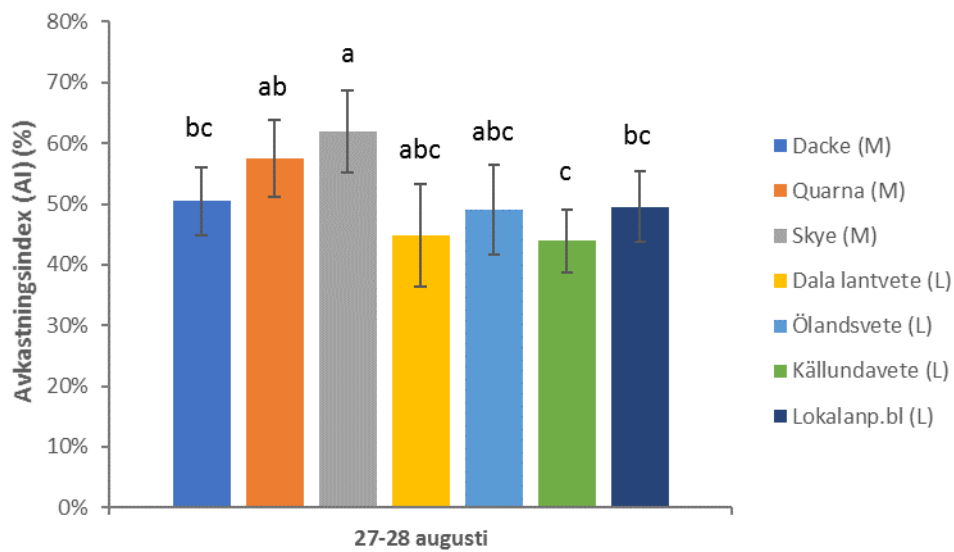
De moderna sorterna hade högre avkastningsindex (AI) än lantsorterna (tabell 4; figur 10). Bland de enskilda sorterna hade Skye i genomsnitt högst AI. Skillnaden var liten mellan lantsorterna.

Tabell 4. Variansanalys för avkastningsindex (AI) (n=112) under 27–28 augusti. Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästlad i sortgrupp

	27–28 augusti		
	DF	F-värde	p-värde
Försök	1	0,7	0,418
Gödsling (G)	1	1,85	0,22
Sortgrupp(SG)	1	7,86	0,006
Sort (S)	5	2,61	0,031
G*SG	1	0,04	0,852
G*S	5	1,35	0,252
Försök*G	1	0,29	0,609
Försök*SG	1	0,08	0,78
Försök*S	5	1,1	0,365
Försök*G*SG	1	0,18	0,674
Försök*G*S	5	1,01	0,417
Plantor/m ²	1	0,3	0,589



Figur 10. Avkastningsindex (%) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort under 27–28 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga



Figur 11. Avkastningsindex (%) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) under 27–28 augusti sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga.

5.2.3 Total biomassa

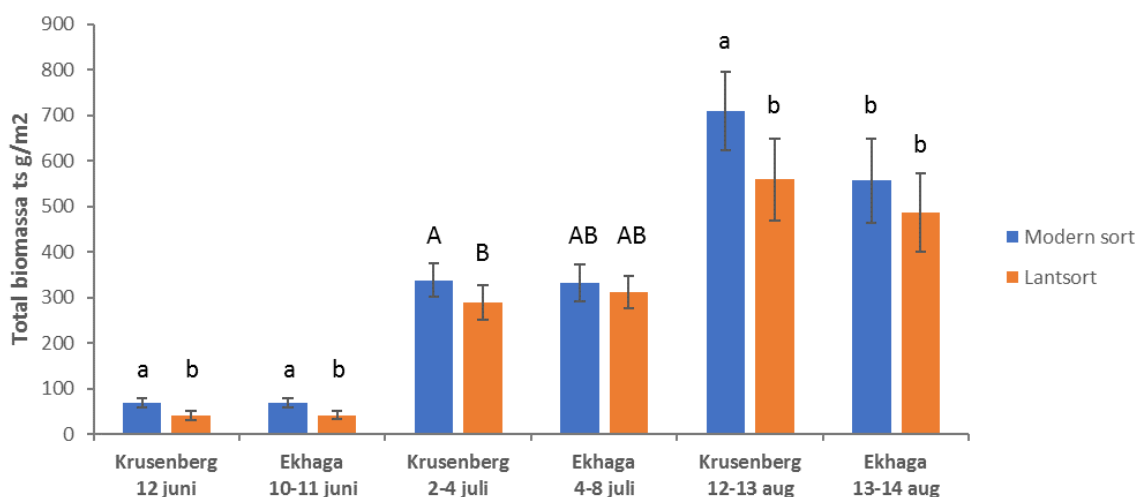
Vid provtagningen 10–12 juni skiljde biomassan av vete både mellan sortgrupper och sorter, men samspelet mellan sort och försök visar att effekten av sort var olika på de båda platserna (tabell 5). Effekten av gödsling kunde ej studeras, eftersom gödningen inte hade genomförts vid provtagningstillfället. Den 2–8 juli fanns signifikanta skillnader mellan sortgrupper, sorter samt i samspelet försök*gödsling*sorter. Skillnaderna mellan sortgrupper och sorter var dock ej lika tydliga som under juni. Vid provtagningen 12–14 augusti fanns återigen större skillnader mellan sortgrupper och sorter, samt även i samspelet försök*sortgrupp och försök*sorter.

Tabell 5. Variansanalys för total biomassa av vårvete under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästlad i sortgrupp

	10–12 juni ^a			2–8 juli		12–14 augusti	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	0	0,996	0,18	0,681	4,77	0,064
Gödsling (G)	1	0,47 ^b	0,518 ^b	0,2	0,653	18,11	0,007
Sortgrupp(SG)	1	56,8	<0,001	6	0,016	13,52	<0,001
Sort (S)	5	11,18	<0,001	3,56	0,006	5,85	<0,001
G*SG	1	4,1 ^b	0,051 ^b	10,02	0,002	4,24	0,043
G*S	5	0,22 ^b	0,95 ^b	1,36	0,248	0,78	0,57
Försök*G	1	--	--	14,81	<0,001	19,99	0,006
Försök*SG	1	0,11	0,747	3,55	0,063	5,93	0,017
Försök*S	5	2,66	0,03	0,95	0,452	2,99	0,017
Försök*G*SG	1	--	--	1,2	0,277	0,14	0,714
Försök*G*S	5	--	--	2,67	0,028	1,86	0,113
Plantor/m ²	1	0,13 ^c	0,723 ^c	16,27	<0,001	0,15	0,695

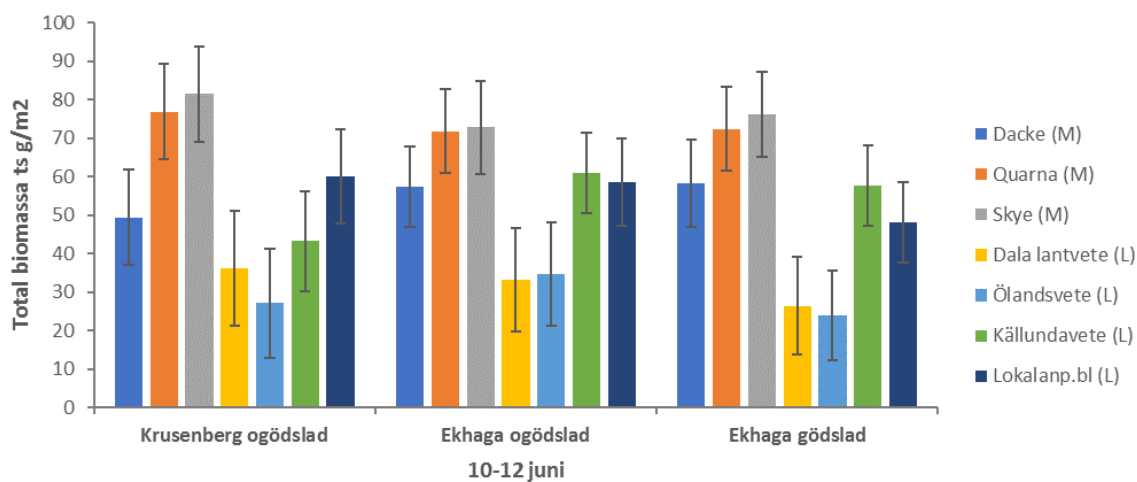
a = Data för gödslade led vid Krusenberg saknas; b = variansanalys för gödsling, gödsling*sortgrupp och gödsling*sort enbart för Ekhaga 10–12 juni; c = variansanalys av plantor/m² för båda försöksplatserna.

Moderna sorter hade en signifikant större total biomassa jämfört med lantsorter under juni, juli och augusti vid Krusenberg (figur 12). Vid Ekhaga var den totala biomassan signifikant större för moderna sorter än för lantsorter under juni, men under juli och augusti fanns inga signifikanta skillnader mellan sortgrupperna. Ökningen i total biomassa för moderna sorter var liknande mellan försöksplatserna från juni till juli. För lantsorterna var ökningen under samma period större vid Ekhaga än Krusenberg. Under juli till augusti blev ökningen i total biomassa dock större vid Krusenberg, både för moderna sorter och lantsorter. Den totala biomassan av moderna sorter vid Ekhaga var under augusti nästan lika hög som för lantsorter vid Krusenberg.



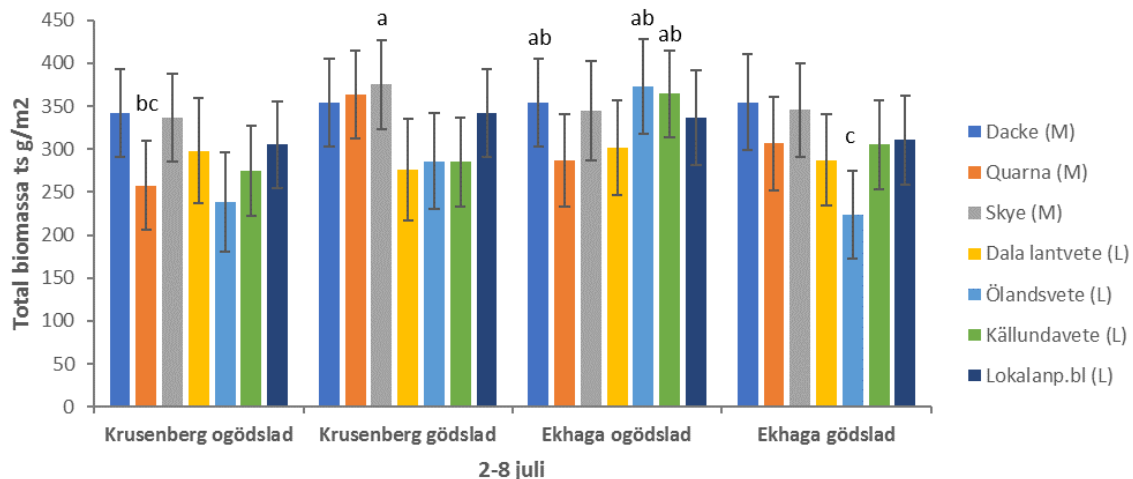
Figur 12. Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort vid Krusenberg (Krb) och Ekhaga (Ekh) när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), BBCH71 (2–8 juli) och BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019.

Vid provtagningen 10–12 juni vid Krusenberg var den totala biomassan signifikant större för de moderna sorterna Skye och Quarna än för övriga sorter, utom den lokalanpassade blandningen (figur 13). Vid Ekhaga var den totala biomassan liknande, med störst biomassa för Skye och Quarna. Här var skillnaderna dock mindre signifikanta och enbart helt skilda från lantsorterna Dala lantvete och Ölandsvete i ogödslade och gödslade led, samt den lokalanpassade blandningen i gödslade led.



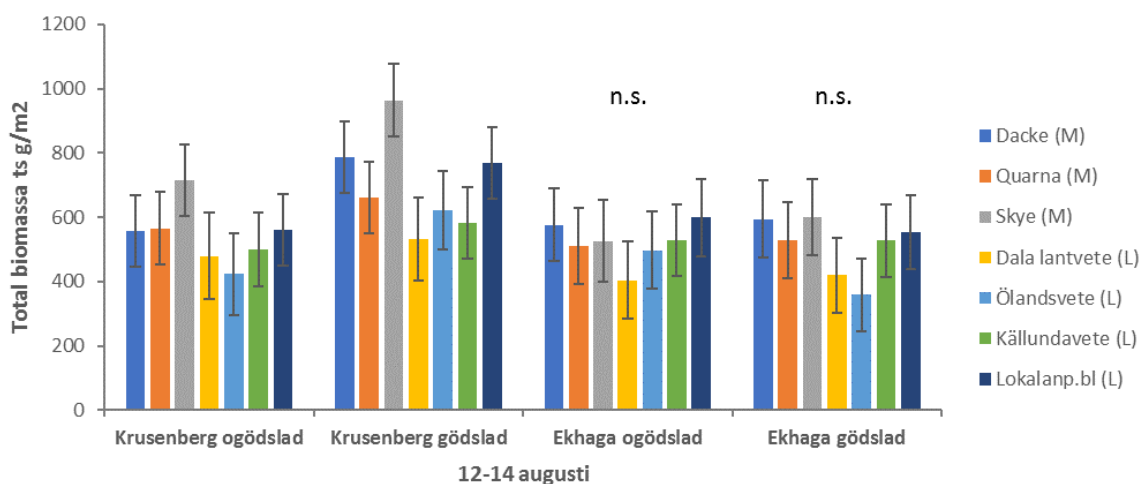
Figur 13. Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni) sommaren 2019. Data för gödslade led vid Krusenberg saknas.

Vid provtagningen 2–8 juli fanns inga signifikanta skillnader inom respektive gödslingsled vid båda försöksplatserna, men däremot mellan enskilda sorter, gödslingsled och försöksplatser (figur 14).



Figur 14. Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH71 (2–8 juli) sommaren 2019.

Vid provtagningen 12–14 augusti var den totala biomassan för Skye enbart signifikant större än Ölandsvete i ogödslade led vid Krusenberg. I gödslade led var biomassan för Skye dock signifikant större än Quarna, Dala lantvete, Ölandsvete och Källundavete. Mellan gödslingsleden vid Krusenberg var enbart biomassan för Skye signifikant större i gödslade led jämfört med ogödslade led. Vid Ekhaga fanns inga signifikanta skillnader inom eller mellan gödslingsled.



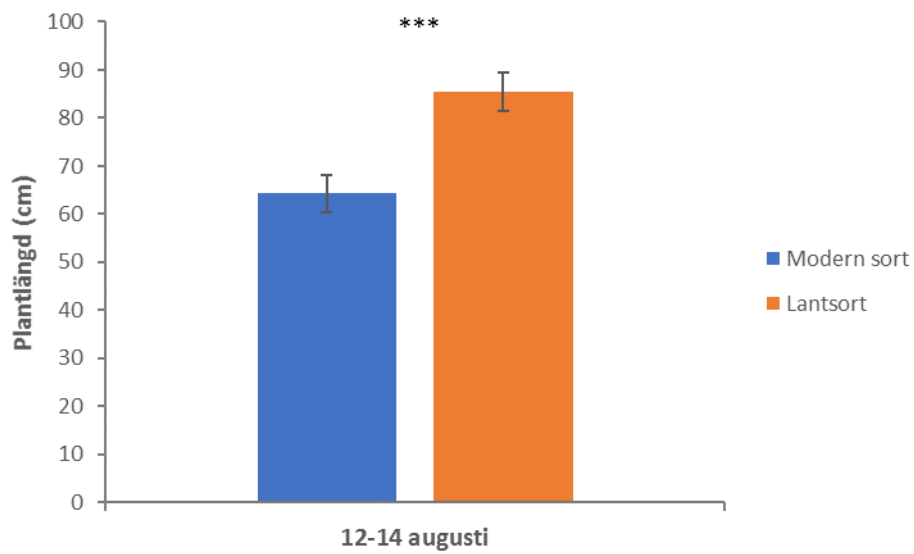
Figur 15. Total biomassa (torrsubstans g/m²) och konfidensintervall (95%) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. N.s. = ingen signifikans.

5.2.4 Plantlängd

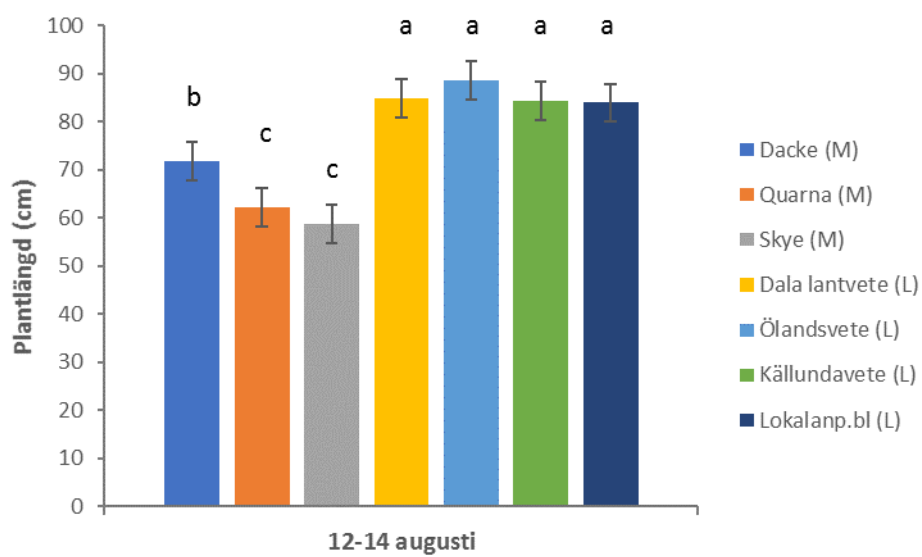
Lantsorter var signifikant längre än moderna sorter (tabell 6; figur 16), men även mellan sorter fanns signifikanta skillnader (tabell 6). Bland de moderna sorterna hade Dacke i genomsnitt signifikant högre plantlängd jämfört med Quarna och Skye, medan inga skillnader observerades mellan lantsorter (figur 17).

Tabell 6. Variansanalys för plantlängd av vårvete under 12–14 augusti (n=140, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Faktorn sort är nästlad i sortgrupp

	12–14 augusti		
	DF	F-värde	p-värde
Sortgrupp (SG)	1	189,22	<0,001
Sort (S)	5	5,15	<0,001



Figur 16. Plantlängd (cm) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga.



Figur 17. Plantlängd (cm) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) när grödan var vid ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga.

5.2.5 Bladyteindex (LAI) av vårvete och skillnader i annuella, perenna och total mängd ogräs

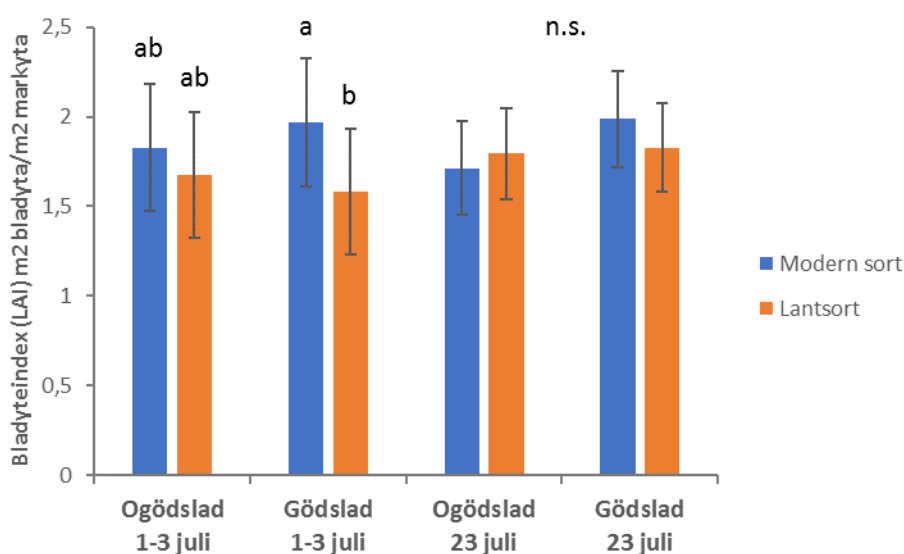
Vid mätning 1–3 juli fanns de största signifikanta skillnaderna i LAI mellan sortgrupper och sorter (tabell 7). Skillnader fanns även i samspelet gödsling*sortgrupp samt försök*sorter. Sortgrupper, sorter och samspelet försök*sorter var ej signifikanta under 23 juli (tabell 7). Däremot var gödsling*sortgrupp ännu svagt signifikant, men de största skillnaderna låg i samspelet försök*gödsling.

Tabell 7. Variansanalys för bladyteindex (LAI) av vårvete under 1–3 juli (n=112, ca BBCH71) och 23 juli (n=112, ca BBCH85). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästads i sortgrupp

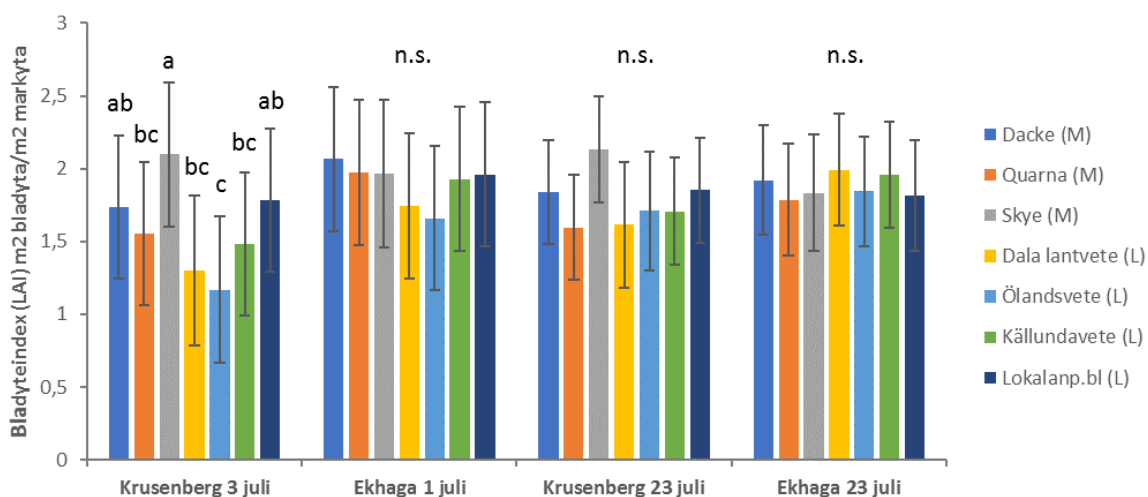
	1–3 juli			23 juli	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	1,11	0,331	0,19	0,674
Gödsling (G)	1	0,04	0,849	2,97	0,133
Sortgrupp(SG)	1	9,86	0,002	0,13	0,719
Sort (S)	5	4,31	0,002	1,45	0,216
G*SG	1	6,5	0,013	4	0,049
G*S	5	1,8	0,125	1,22	0,307
Försök*G	1	3,94	0,095	7,66	0,032
Försök*SG	1	3,86	0,053	2,5	0,118
Försök*S	5	3,22	0,011	1,83	0,118
Försök*G*SG	1	0,02	0,88	1,67	0,2
Försök*G*S	5	0,65	0,664	1,23	0,304
Plantor/m ²	1	0,75	0,388	1,47	0,23

Moderna sorter i gödslade led hade signifikant högre LAI än lantsorter under 1–3 juli (figur 18). Även i ogödslade led var LAI högre för moderna sorter än lantsorter, men skillnaderna var inte signifikanta. Under 23 juli fanns inga signifikanta skillnader mellan sortgrupper och gödslingsled.

Signifikanta skillnader mellan sorter fanns vid Krusenberg under 3 juli (figur 19). Skye hade högst LAI som var högre än Quarna, Dala lantvete, Ölandsvete och Källundavete. Dacke och den lokalanpassade blandningen hade högre LAI än Ölandsvete. Under 23 juli vid Krusenberg hade Skye fortfarande högst LAI följt av Dacke och den lokalanpassade blandningen, men skillnaderna var inte längre signifikanta.



Figur 18. Bladyteindex (LAI) (m^2 bladyta/ m^2 markyta) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort i ogödslade och gödslade led när grödan var vid ca BBCH71 (1–3 juli) och ca BBCH85 (23 juli) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans.



Figur 19. Bladyteindex (LAI) (m^2 bladyta/ m^2 markyta) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för tre moderna sorter och fyra lantsorter vid Krusenberg och Ekhaga när grödan var vid ca BBCH71 (1–3 juli) och ca BBCH85 (23 juli) sommaren 2019. N.s. = ingen signifikans.

Mängden annuella ogräs visade på signifikanta skillnader för gödsling*sortgrupp under juni och augusti (tabell 8). Den största skillnaden under augusti var i första hand mellan försöksplatserna. Inga signifikanta skillnader fanns mellan enbart sortgrupper och sorter. Transformerade data (ln-logaritmering) för juni, juli och augusti användes för att uppnå lika varians

Tabell 8. Variansanalys för annuella ogräs under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästad i sortgrupp

	10–12 juni ^a			2–8 juli		12–14 augusti	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	0,57	0,463	3,68	0,085	26,06	0,001
Gödsling (G)	1	0,27 ^b	0,638 ^b	0,29	0,593	1,69	0,239
Sortgrupp(SG)	1	0,6	0,443	1,81	0,182	2,65	0,107
Sort (S)	5	0,88	0,499	0,99	0,427	0,67	0,646
G*SG	1	7,4 ^b	0,01^b	3,36	0,071	5,69	0,02
G*S	5	0,66 ^b	0,654 ^b	0,86	0,514	0,74	0,595
Försök*G	1	--	--	0,06	0,806	0	0,995
Försök*SG	1	2,23	0,14	2,32	0,131	1,57	0,214
Försök*S	5	0,54	0,743	1,23	0,304	0,54	0,745
Försök*G*SG	1	--	--	1,05	0,31	1,9	0,173
Försök*G*S	5	--	--	0,67	0,644	0,19	0,966
Plantor/m ²	1	0,55 ^c	0,461 ^c	0,46	0,498	0,23	0,635

a = Data för gödslade led vid Krusenbergs saknas; b = Statistisk analys för gödsling, gödsling*sortgrupp och gödsling*sort enbart för Ekhaga 10–12 juni; c = variansanalys av plantor/m² för båda försöksplatserna.

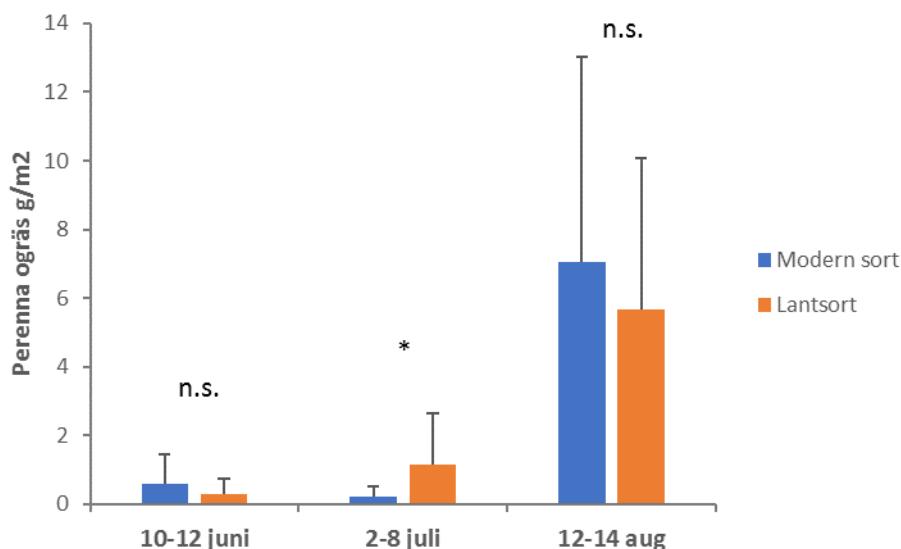
För perenna ogräs fanns de största signifikanta skillnaderna i första hand mellan försöksplatser under juni, juli och augusti (tabell 9). Under juni fanns i övrigt svag signifikans för gödsling och gödsling*sortgrupp. Under juli fanns signifikanta skillnader mellan sortgrupper och under augusti för samspelet försök*gödsling. Transformerade data (ln-logaritmering) för juni, juli och augusti för att uppnå lika varians.

Tabell 9. Variansanalys för perenna ogräs under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelen försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästad i sortgrupp

	10–12 juni ^a			2–8 juli		12–14 augusti	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	20,19	0,002	27,09	<0,001	10,06	0,013
Gödsling (G)	1	4,45 ^b	0,042^b	0,43	0,534	2,54	0,115
Sortgrupp(SG)	1	1,11	0,296	4,55	0,036	0,27	0,608
Sort (S)	5	1,67	0,156	0,8	0,553	2,08	0,077
G*S	1	4,29 ^b	0,045^b	0,97	0,329	0,1	0,751
G*S	5	1,37 ^b	0,256 ^b	1,05	0,395	0,37	0,87
Försök*G	1	--	--	0,11	0,751	4	0,049
Försök*SG	1	1,46	0,231	0,01	0,911	0,06	0,801
Försök*S	5	0,77	0,577	1,14	0,349	0,85	0,519
Försök*G*SG	1	--	--	0,29	0,593	0,18	0,669
Försök*G*S	5	--	--	1,23	0,303	0,3	0,914
Plantor/m ²	1	0,03 ^c	0,857 ^c	0,27	0,605	0,25	0,618

a = Data för gödslande led vid Krusenbergs saknas; b = Statistisk analys för gödsling, gödsling*sortgrupp och gödsling*sort enbart för Ekhaga 10–12 juni; c = variansanalys av plantor/m² för båda försöksplatserna.

Mängden perenna ogräs var högre bland moderna sorter under juni och augusti, men signifikant högre ($p < 0,05$) bland lantsorter under juli (figur 20).



Figur 20. Perenna ogräs (g/m²) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), ca BBCH71 (2–8 juli) och ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenbergs och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans.

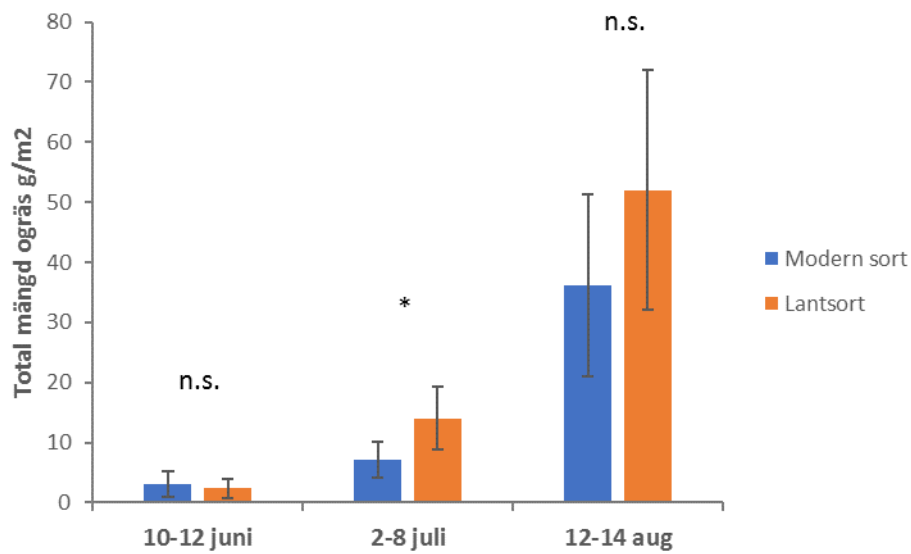
Totala mängden ogräs skilde sig åt mellan försöksplatser under juni och juli (tabell 10). Under juli fanns även signifikanta skillnader mellan sortgrupper. Inga signifikanta skillnader observerades under augusti. Transformerade data (ln-logaritmering) för juni, juli och augusti för att uppnå lika varians.

Tabell 10. Variansanalys för total mängd ogräs under juni (n=84, ca BBCH31), juli (n=112, ca BBCH71) och augusti (n=112, ca BBCH87). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är nästad i sortgrupp

	10–12 juni ^a			2–8 juli		12–14 augusti	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	9,46	0,013	12,29	0,006	3,28	0,106
Gödsling (G)	1	3,19 ^b	0,082 ^b	0,01	0,944	2,13	0,192
Sortgrupp(SG)	1	0,55	0,461	6,53	0,013	2,37	0,128
Sort (S)	5	0,6	0,698	1,88	0,108	0,91	0,478
G*S	1	0,33 ^b	0,569 ^b	0,79	0,376	0,34	0,563
G*S	5	0,91 ^b	0,483 ^b	0,87	0,504	0,87	0,509
Försök*G	1	--	--	0,23	0,648	0,01	0,937
Försök*SG	1	1,54	0,22	0,63	0,431	3,28	0,074
Försök*S	5	1,05	0,396	2,08	0,078	1,35	0,254
Försök*G*SG	1	--	--	0,03	0,87	0,3	0,586
Försök*G*S	5	--	--	0,55	0,736	0,49	0,78
Plantor/m ²	1	0,38	0,54	0,01	0,914	0	0,991

a = Data för gödslade led vid Krusenbergs saknas; b = Statistisk analys för gödsling, gödsling*sortgrupp och gödsling*sort enbart för Ekhaga 10–12 juni; c = variansanalys av plantor/m² för båda försöksplatserna.

Totala mängden ogräs var lägre bland lantsorter jämfört med moderna sorter under juni, men signifikant högre ($p < 0,05$) under juli (figur 21). Under augusti var totala mängden ogräs fortfarande högre bland lantsorter, men skillnaderna var ej signifikanta.



Figur 21. Total mängd ogräs (g/m^2) och konfidensintervall (95%) samt Tukey-test (95% konfidens) för modern sort och lantsort när grödan var vid ca BBCH31 (10–12 juni), ca BBCH71 (2–8 juli) och ca BBCH87 (12–14 augusti) sommaren 2019. Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga. N.s. = ingen signifikans

5.2.6 De skördade kärnornas kvalitet

Protein- och glutenhalt skilde sig åt signifikant mellan sortgrupper och för proteinhalt i synnerhet mellan sorter (tabell 11). Signifikanta skillnader fanns även för samspelen försök*sorter och försök*gödsling*sortgrupp. För stärkelsehalten låg de signifikanta skillnaderna främst mellan sorter, men även för försök*sortgrupp, försök*gödsling*sortgrupp och försök*sorter (tabell 11). Enbart sortgrupper skilde sig inte åt för stärkelsehalt. För falltal fanns signifikanta skillnader mellan sorter, men ej sortgrupper (tabell 12). Rymdvikt skilde sig signifikant åt på främst sortgrupps- och sortnivå, men även för samspelen försök*sortgrupp och försök*sorter (tabell 12).

Tabell 11. Variansanalys för proteinhalt (n=112), glutenhalt (andel av proteinhalt) (n=112) och stärkelsehalt (n=112). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är näst i sortgrupp

	Protein (%)			Gluten (%)		Stärkelse (%)	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	47,53	<0,001	58,44	<0,001	30,85	0,001
Gödsling (G)	1	161,91	<0,001	175,1	<0,001	137,73	<0,001
Sortgrupp(SG)	1	137,01	<0,001	284,94	<0,001	1,22	0,273
Sort (S)	5	276,91	<0,001	244,09	<0,001	190,61	<0,001
G*SG	1	6,09	0,016	1,44	0,234	11,64	0,001
G*S	5	0,5	0,773	1,2	0,318	0,56	0,729
Försök*G	1	6,79	0,04	6,29	0,045	7,13	0,036
Försök*SG	1	0,18	0,67	0,43	0,516	8,07	0,006
Försök*S	5	5,44	<0,001	3,88	0,004	4,36	0,002
Försök*G*SG	1	5,59	0,021	4,85	0,031	5,35	0,024
Försök*G*S	5	1,3	0,272	0,68	0,64	1,2	0,319

Tabell 12. Variansanalys för falltal (s) (n=112) och rymdvikt (g/liter) (n=112). Signifikanta p-värden ($p < 0,05$) är markerade i fetstil. Samspelet försök*block samt försök*block*gödsling har även ingått i analysen. Faktorn sort är näst i sortgrupp

	Falltal (s)			Rymdvikt (g/liter)	
	DF	F-värde	p-värde	F-värde	p-värde
Försök	1	84,66	<0,001	0,86	0,39
Gödsling (G)	1	0,02	0,9	0,12	0,742
Sortgrupp(SG)	1	0,77	0,382	121,3	<0,001
Sort (S)	5	29,4	<0,001	79,48	<0,001
G*SG	1	0,12	0,725	0,06	0,806
G*S	5	0,8	0,552	1,79	0,126
Försök*G	1	0,08	0,78	3,56	0,107
Försök*SG	1	1,39	0,242	11,11	0,001
Försök*S	5	1,34	0,257	9,87	<0,001
Försök*G*SG	1	1,81	0,183	1,12	0,294
Försök*G*S	5	1,17	0,331	1,17	0,331

Protein- och glutenhalt för lantsorter var högre jämfört med moderna sorter i ogödslade och gödslade led vid både Krusenbergs och Ekhaga, och generellt högre vid Krusenbergs (tabell 13). Dala lantvete hade högst protein- och glutenhalt, medan Skye var lägst (tabell 14). Stärkelsehalt skilde mindre åt mellan moderna sorter och lantsorter, men var lägre i ogödslade led samt högre vid Ekhaga generellt (tabell 13). Bland sorter och lantsorter var stärkelsehalten högst för Skye, och lägst för

Quarna vid Ekhaga samt lägst för Dala lantvete vid Krusenberg (tabell 14). Den moderna sorten Quarna hade högst falltal, och bland lantsorterna högst för Ölandsvete (tabell 15). Skye och Dacke hade lägst falltal. Rymdvikten var högre för lantsorter (tabell 16), och bland dessa högst för Källundavete samt den lokalanpassade blandningen vid både Krusenberg och Ekhaga (tabell 16). Lägst rymdvikt hade Skye vid båda försöksplatserna.

Gränser av proteinhalt, falltal och rymdvikt för vårvete enligt Lantmännens kvalitetskrav 2020 (Lantmännen 2020) var:

- 13–13,5% protein. Merbetalning om 13,6–14% och prisavdrag om 12,5–12,9%. Nedklassning till foder om <12,5%
- Falltal på ≥ 250 . Prisavdrag med falltal på 200–249 och nedklassning till foder om <200
- Rymdvikt på 770 g/liter. Prisavdrag om 740–769 g/liter och nedklassning till foder om <740 g/liter

Tabell 13. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av proteinhalt, glutenhalt (andel av proteinhalt) och stärkelsehalt för moderna sorter och lantsorter i ogödslade och gödslade led vid Krusenberg (Krb) och Ekhaga (Ekh)

	Protein (%)				Gluten (%)				Stärkelse (%)			
	Ogödslad		Gödslad		Ogödslad		Gödslad		Ogödslad		Gödslad	
	Krb	Ekh	Krb	Ekh	Krb	Ekh	Krb	Ekh	Krb	Ekh	Krb	Ekh
Modern sort	15,43 de	13,45 g	16,18 b	15,03 ce	33,79 c	29,15 e	35,94 b	33,21 cd	64,63 bc	66,80 a	63,91 c	64,88 bc
Lantsort	15,83 bc	14,18 f	17,16 a	15,77 bd	35,73 b	31,94 d	38,90 a	35,70 b	65,02 b	67,29 a	63,19 d	65,15 b

Tabell 14. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av proteinhalt, glutenhalt (andel av proteinhalt) och stärkelsehalt för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenberg och Ekhaga

	Protein (%)		Gluten (%)		Stärkelse (%)	
	Krusenberg	Ekhaga	Krusenberg	Ekhaga	Krusenberg	Ekhaga
Dacke (M)	16,41 c	14,98 ef	36,89 b	33,94 de	63,65 g	65,30 df
Quarna (M)	17,25 b	15,30 ef	37,34 b	33,34 e	62,18 h	64,29 eg
Skye (M)	13,76 g	12,44 h	30,38 f	26,26 g	66,99 ab	67,93 a
Dala lantvete (L)	18,10 a	16,24 cd	40,38 a	36,83 bc	61,85 h	64,55defg
Ölandsvete (L)	15,79 de	14,84 f	36,18 bc	33,90 de	65,50 cde	67,04 b
Källundavete (L)	16,43 c	14,81 f	37,20 b	33,29 e	64,04 fg	66,25 bc
Lokalanp. bl. (L)	15,66 def	14,01 g	35,50 cd	31,28 f	65,03 cde	67,04 b

Tabell 15. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av falltal (s) för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L). Sammanslagna data för Krusenberg och Ekhaga

	Falltal (s)
Dacke (M)	266 d
Quarna (M)	366 a
Skye (M)	262 d
Dala lantvete (L)	277 cd
Ölandsvete (L)	331 b
Källundavete (L)	301 bc
Lokalanp. bl. (L)	303 bc

Tabell 16. Medelvärdesjämförelser och Tukey-test (95% konfidens) av rymdvikt (g/liter) för modern sort och lantsort (sortgrupper) samt för tre moderna sorter (M) och fyra lantsorter (L) vid Krusenberg och Ekhaga

	Rymdvikt (g/liter)	
	Krusenberg	Ekhaga
Sortgrupp		
Modern sort	791 b	786 b
Lantsort	799 a	800 a
Sort		
Dacke (M)	798 bcd	804 abc
Quarna (M)	793 d	792 de
Skye (M)	781 e	762 f
Dala lantvete (L)	794 cd	797 bcd
Ölandsvete (L)	789 de	789 de
Källundavete (L)	806 ab	809 a
Lokalanp. bl. (L)	805 ab	806 ab

6 Diskussion

6.1 Avkastningskomponenter och biomassa

De utförda odlingsförsöken i denna studie visade att det fanns starka signifikanta skillnader mellan moderna sorter och lantsorter för flera avkastningskomponenter. I många fall var det dock inte alla moderna sorter som avkastade högre än lantsorter eller vice versa. För kärnavkastningen var det i synnerhet den moderna sorten Skye som låg högst bland de moderna sorterna i både ogödslade och gödslade led. Kärnavkastningen för Dacke och Quarna låg på en liknande nivå och lägre jämfört med Skye. Intressant är dock att kärnavkastningen för den lokalanpassade blandningen (lantsort) i många fall stod sig bra i jämförelse med Dacke och Quarna. De övriga lantsorterna hade lägre kärnavkastning, men skillnaderna var oftast inte signifikanta.

Avkastningen för sortgrupper och sorter kan i denna studie främst tillskrivas skillnader i tusenkornvikt (TKV) och antal ax per m². För TKV har tidigare försök av Diederichsen et al. (2013) inte kunnat påvisa några signifikanta skillnader mellan moderna sorter och lantsorter av nordiskt vårmete. Här var däremot TKV på sortgruppsnivå i både ogödslade och gödslade led signifikant högre hos moderna sorter än lantsorter. På sortnivå var dock TKV enbart signifikant högre hos de moderna sorterna Quarna och Skye jämfört med övriga lantsorter. Noterbart är att samtliga lantsorter hade en låg tusenkornvikt. Resultatet bekräftar till viss del tidigare observationer av Leino (2017) att lantsorter hade signifikant lägre TKV än moderna sorter. Antalet ax per m² visade på ett betydligt större antal ax generellt hos moderna sorter. Intressant var dock att den lokalanpassade blandningen hade signifikant fler ax per m² än övriga lantsorter, och jämförbar med de moderna sorterna. Den högre kärnavkastningen för den lokalanpassade blandningen jämfört med övriga lantsorter berodde till stor del på betydligt fler ax per m², då skillnaderna i TKV var små. En anledning till att inga skillnader observerades mellan ogödslade och gödslade

led för ax per m² var att gödningen i försöken utfördes efter stråskjutningens början. Antalet ax per m² bestäms under bestockningsfasen och under begynnande stråskjutning då brist på kväve leder till att skott reduceras. Sent tillfört kväve innebär därför generellt färre ax per kvadratmeter än potentiellt möjligt (Engström och Bergkvist, 2009). Gödningen genomfördes sent i försöken för att den säkert skulle påverka kvalitén hos kärnorna och för att inte orsaka mycket liggsäd. Inga signifikanta skillnader observerades för kärnor per ax mellan sortgrupper eller sorter. Detta går emot resultat från tidigare observationer av Diederichsen (2013) och Leino (2017), där moderna sorter hade fler kärnor per ax än lantsorter. I denna studie har dock antalet kärnor per ax beräknats fram med hjälp av kärnavkastning, TKV och antal ax per m². Signifikanta skillnader hade möjligen kunnat påvisas vid faktisk räkning av kärnor. I försöken var etableringen mindre bra för Dala lantvete och Ölandsvete som hade färre antal uppkomna plantor jämfört med övriga sorter och de evolutionära blandningarna. Detta har varit en bidragande orsak till bland annat den lägre kärnavkastningen för dessa två lantsorter. Liggsäd förekom även bland lantsorterna i olika utsträckning, vilket kan ha påverkat slutlig kärnavkastning. Tendensen till liggsäd var betydligt mindre hos de moderna sorterna, i synnerhet hos Quarna och Skye som har korta strån. Skillnader i resursfördelning syntes även mellan sortgrupper och sorter, där lantsorter generellt lägger mer resurser på att bygga stråbiomassa. Detta indikeras tydligt genom lantsorternas större plantlängd och lägre avkastningsindex (AI), även om skillnaderna i AI inte alltid var signifikanta mellan enskilda sorter och lantsorter. Sorten Dacke hade exempelvis ett AI i nivå med lantsorterna och en signifikant större plantlängd jämfört med Quarna och Skye. Resultaten av resursfördelning gällande plantlängd och AI följer tidigare observationer av Ortiz (1998) och Diederichsen et al. (2013) kring svenska och nordiska sorter och lantsorter av vårvete. Det är tydligt att den moderna växtförädlingen drivit på mot reducerad plantlängd och att en höjning av AI skett hos en del moderna sorter, i synnerhet hos Skye hos de här jämförda sorterna. Den totala biomassen visade på sortgruppsnivå generellt signifikant större avkastning för moderna sorter vid Krusenberget, men vid Ekhaga syntes få signifikanta skillnader. På sortnivå fanns dock inte några större skillnader mellan sortgrupper, då skillnader förekom även inom sortgrupp. Detta var tydligt redan vid provtagningen 10–12 juni där de moderna sorterna Quarna och Skye hade större total biomassa än Dacke som var i nivå med Källundavete och den lokalanpassade blandningen. Under 2–8 juli var skillnaderna mellan moderna sorter och lantsorter i stort sett obefintliga. Enbart under 12–13 augusti vid Krusenberget tenderade den moderna sorten Skye att ha störst biomassa i ogödslade och gödslade led, men skillnaden var inte signifikant. I gödslade led var biomassen av Skye inte signifikant större än av Dacke och den lokalanpassade blandningen. Under 13–14 augusti vid Ekhaga fanns generellt stora skillnader både inom och mellan sortgrupper för total biomassa.

Gödslingen tycks ha haft en större effekt på kärnavkastning, TKV och total biomassa vid Krusenberget än vid Ekhaga. Vid Ekhaga observerades i gödslade led enbart mindre ökning i avkastning, och i vissa fall till och med något lägre avkastning jämfört med ogödslade led. En trolig förklaring till detta är att gödslingen vid Ekhaga kan ha gynnat ogräsen mer än själva grödan. Förekomsten av kvickrot var riklig vid Ekhaga. En annan förklaring skulle kunna vara det lägre pH-värdet vid Ekhaga, där framför allt skiktet 30–60 cm hade ett mycket lågt pH på 4,7 (se tabell 1). Det låga pH-värdet kan göra vatten mindre tillgängligt för växterna och att vattenkonsumtionen av ogräs ökade efter gödsling. I jordprovsanalyserna syns tydligt att fosforklassen i skiktet 30–60 cm vid Ekhaga var låg (P-AL klass II) (se tabell 1). För vårvete krävs dessutom ett pH på >5,5 för optimal tillväxt (Fogelfors 2015). Generellt var pH högre vid Krusenberget, vilket kan ha gett bättre förutsättningar.

6.2 LAI och ogräsmängd

Mätningar av LAI indikerade att moderna sorter täckte marken bättre än lantsorterna, men enbart i gödslade led och under 1–3 juli. Den 23 juli tenderade LAI fortfarande att vara högre hos moderna sorter i gödslade led, men skillnaderna var inte signifikanta mellan sortgrupperna. Resultaten i ogödslade led var mer svårtolkade då de moderna sorterna under 1–3 juli hade högre LAI än lantsorter, men lägre den 23 juli. Utöver detta tycktes LAI för moderna sorter även ha minskat mellan mättillfällena i ogödslade led. En möjlig förklaring till minskningen av LAI kan vara att de moderna sorterna lätt drabbats av näringsbrist (kväve i synnerhet). Då lantsorterna enligt Newton et al. (2011) och Waines och Ehdaie (2007) har ett bättre näringsupptag, kan den uteblivna gödslingen ha haft mindre påverkan på näringsstatusen i plantorna jämfört med den hos moderna sorter. Signifikanta skillnader fanns även mellan enskilda sorter och lantsorter, men då enbart den 3 juli vid Krusenberget. Den moderna sorten Skye hade högre LAI den 3 juli vid Krusenberget än Dacke och, ännu mer, Quarna. Den lokalanpassade blandningen (lantsort) hade ett LAI som var jämförbart med de moderna sorterna och tenderade att vara högre än hos övriga lantsorter. Den lokalanpassade blandningen var dock enbart signifikant skild från Ölandsvete. Vid Ekhaga fanns inga signifikanta skillnader mellan sortgrupper och/eller sorter, men fördelningen av LAI såg något annorlunda ut jämfört med Krusenberget. Den 1 juli fanns en tendens till högre LAI bland samtliga moderna sorter jämfört med lantsorterna, men lantsorterna Källundavete och den lokalanpassade blandningen hade liknande LAI som de moderna sorterna Quarna och Skye. Den 23 juli var skillnaderna för LAI inom grupp större eller lika

stora som mellan sortgrupper. Resultaten av LAI-mätningar i denna studie går delvis mot observationer i vårvete av Murphy et. al (2008) genom att signifikanta skillnader observerades mellan moderna sorter och lantsorter på sortgruppsnivå i gödslade led under 1–3 juli. I tidigare studier av Murphy et. al (2008) kunde inga signifikanta skillnader observeras mellan lantsorter, äldre sorter och moderna sorter av vårvete. Däremot pekar resultatet i stort på att ingen eller få skillnader i LAI finns mellan enskilda moderna sorter och lantsorter av vårvete, vilket bekräftar tidigare observationer av Murphy et. al (2008). Mätningar av LAI i fältförsök under flera år skulle kunna utröna om det verkligen finns några faktiska skillnader i LAI mellan sortgrupper och sorter.

För mängden ogräs kunde ytterst få signifikanta skillnader observeras mellan sortgrupper. Under juli fanns dock en svagt signifikant skillnad mellan moderna sorter och lantsorter för perenna ogräs och total mängd ogräs. Det intressanta i resultatet är att den totala mängden ogräs under juli och augusti var högre bland lantsorter än hos moderna sorter, även om skillnaden inte var signifikant i augusti. Detta skulle kunna vara kopplat till den större plantlängden hos lantsorterna. Den eventuellt bättre ogräskonkurrensförmågan hos lantsorter skulle enligt Murphy et al. (2008) främst bero på det längre strået som innebär att plantan har bättre förmåga att växa ifrån ogräsen. Den lägre totala mängden ogräs bland moderna sorter i våra försök skulle kunna förklaras av ett högre LAI jämfört med lantsorter och detta i sin tur skulle kunna bero på att de moderna sorterna etablerade sig bättre. Huruvida allelopati kan ha bidragit till de observerade skillnaderna är svårt att säga. Eventuellt skulle den lägre totala mängden ogräs hos moderna sorter till viss del kunna förklaras av att moderna vårvetesorter har en högre allelopatisk förmåga än lantsorter (Bertholdsson, 2005). Dessvärre var det svårt att se om den ena sortgruppen hade bättre ogräskonkurrerande förmåga än den andra. De största variationerna i ogräsmängd fanns i första hand mellan försöksplatserna. Vid Ekhaga fanns betydligt mer perenna ogräs (kvickrot i synnerhet) än vid Krusenberg där annuella ogräs dominerade. Vid båda försöksplatserna fanns dessutom stora inomfältsvariationer av ogräsmängd, vilket försvårar tolkningen av resultatet.

6.3 Kvalitet hos de skördade kärnorna

Lantsorter av svenskt och nordiskt vårvete har i tidigare litteratur tillskrivits goda kvalitetsmässiga egenskaper i form av bland annat hög protein- och glutenhalt (Hagenblad et al., 2012; Asplund et al., 2013; Leino 2017). Detta observerades på sortgruppsnivå i både ogödslade och gödslade led vid Krusenberg och Ekhaga där proteinhalten var högre för lantsorter än moderna sorter.

Bland de ingående sorterna och lantsorterna var protein- och glutenhalt signifikant högst för Dala lantvete vid båda försöksplatserna, vilket stämmer med uppgifter kring denna lantsort som beskrivs ha hög proteinhalt (Anonym u.å.). Övriga lantsorter hade inte lika hög protein- och glutenhalt, utan tvärtom hade de moderna sorterna Quarna och Dacke ofta liknande procentuellt innehåll. Exempelvis Ölandsvete som också ska ha goda kvalitetsegenskaper (Leino 2017), stack inte ut lika mycket som Dala lantvete för proteinhalt. Den lokalanpassade blandningen låg lägst i protein- och glutenhalt bland lantsorterna. Det bör dock poängteras att proteinhalterna, trots skillnader mellan sorter och lantsorter ändå var på en god nivå. Den enda sorten som hade en klart lägre protein- och glutenhalt var Skye. Vid Ekhaga nådde Skye inte gränsen för kvarn kvalitet (Lantmännen 2020). Detta beror till stor del på den högre halten stärkelse hos Skye jämfört med övriga sorter och lantsorter.

Generellt var både protein- och glutenhalter högre i proverna från Krusenberg än från Ekhaga. Detta var förväntat då gödslingen generellt hade en sämre effekt vid Ekhaga än Krusenberg. Huruvida protein- och glutenhalten bland lantsorter skulle kunna ha påverkats genom förekomst av genen NAM-B1 med den funktionella wt-allelen (Hagenblad et al. 2012; Asplund et al. 2013) går inte att uttala sig om säkert, då egenskaper kopplade till förekomst av wt-allelen inte dokumenterats. Det skulle dock kunna vara en möjlig förklaring till de högre proteinhalterna i lantsorterna, där bland annat Dala lantvete hade en tydligt högre protein- och glutenhalt. Självklart spelar även miljöfaktorer in som ger de observerade skillnaderna och eventuellt andra genetiska egenskaper hos lantsorterna, vilket Asplund et al. (2013) och Hagenblad et al. (2012) poängterar i sina studier.

Falltal är ett mindre undersökt kvalitetsmått när det gäller skillnader mellan moderna sorter och lantsorter. Inga studier kring detta har hittats. I denna studie kunde inga signifikanta skillnader observeras mellan sortgrupper, men däremot mellan enskilda moderna sorter och lantsorter. Samtliga moderna sorter och lantsorter klarade falltalsgränsen. Intressant i sammanhanget är dock att samtliga lantsorter hade ett högre falltal än Dacke och Skye. Bland lantsorterna hade, i fallande ordning, Ölandsvete, den lokalanpassade blandningen och Källundavete signifikant högre falltal än Dacke och Skye, men inte Dala lantvete. Den moderna sorten Quarna hade signifikant högre falltal än samtliga sorter och lantsorter, vilket gör att resultaten inte ger någon indikation på att förädling har medfört generellt lägre falltal.

Rymdvikten var signifikant högre för lantsorter än moderna sorter, både vid Krusenberg och Ekhaga. Detta resultat går emot tidigare observationer bland flera lantsorter, men samtidigt i linje med observationer i höstvete som beskrivits av

Leino (2017), där rymdvikten sagts vara högre bland en del lantsorter. Bäst rymdvikt hade Källundavete och den lokalanpassade blandningen med något högre rymdvikter vid Ekhaga än Krusenberget, men dessa var ej signifikant skilda från Dacke som också hade en hög rymdvikt. I övrigt fanns stor variation inom sortgrupper. Den högre rymdvikten hos lantsorterna och Dacke skulle kunna förklaras av en större variation i kärnstorlek där kärnorna packar sig bättre. En annan förklaring kan vara att även om kärnorna är små, det vill säga har få celler, är de väl fyllda med stärkelse i de celler som finns. Detta resultat är ur kvalitetssynpunkt mycket positivt då det kan indikera på kärnor med hög extraktionspotential av frövita (mjöl) hos en del lantsorter (Yabwalo et al. 2018). För låga rymdvikter skulle tvärtom vara illavarslande då det skulle innebära att vetet ej klarar kraven för kvarn kvalitet. Resultatet innebär med andra ord att lantsorter i flera fall står sig i nivå med eller bättre än moderna sorter vad gäller rymdvikt.

6.4 Odlingspotential och fortsatta fältförsök med lantsorter av vårvete

Resultaten i denna studie är intressanta i den meningen att lantsorterna i vissa fall står sig lika bra eller bättre än moderna sorter av vårvete. Det mest intressanta i denna studie var att skillnaderna mellan enskilda sorter och lantsorter inte alltid var särskilt stora. Detta innebär att det inte alltid går att generalisera om att den ena sortgruppen skulle vara bättre eller sämre än den andra. I synnerhet var det intressant att den lokalanpassade blandningen stod sig bra för flera avkastnings- och kvalitetskomponenter. Detta indikerar att nya lantsorter som tas fram genom ett heterogent odlingsmaterial kan anpassas väl till olika lokala odlingsförutsättningar. Inom framför allt ekologisk odling kan det, utifrån dessa resultat, finnas fördelar med att odla lantsorter. Lantsorterna har ett längre strå och kan sträcka sig ovan ogräsen, ibland lika hög avkastning och i vissa fall bättre kvalitet än moderna sorter vilket kan ge ekonomiska vinster. I denna studie var mängden växtnäring lika hög för moderna sorter och lantsorter, men det är möjligt att en hög kvalitet med lägre mängd växtnäring ändå skulle kunna uppnås hos lantsorter. Diederichsen et al. (2013) och Leino (2017) påpekar just att lantsorter har ett lägre optimalt kvävebehov än moderna sorter. Detta kan vara en stor fördel inom ekologisk odling där den tillförda växttillgängliga kvävemängden i form av främst stallgödsel, ofta är lägre än mängden växttillgängligt kväve i den mineralgödsel som normalt tillförs i konventionell odling. Däremot finns risker för skördeförkluster hos lantsorter i form av liggsäd eller att

kärnor lossnar från ax före skörd vilket lyfts fram av Diederichsen et al (2013). Selektion mot stråstyvhet och lägre dräsningsbenägenhet kan vara något att ta i beaktande vid framtagning av nya (evolutionära) lantsorter.

Möjligheten att kunna anpassa lantsorter till en specifik odlingsplats skulle i övrigt även kunna innebära odling av vårvete på exempelvis mindre bördiga jordar och/eller i försommartorra områden. Detta då lantsorterna enligt Newton et al. (2011) och Waines och Ehdaie (2007) har ett mer utvecklat rotsystem som möjliggör bättre vatten- och näringsupptag. Förmodligen är det så att mer nederbördsfattiga områden med sämre odlingsbetingelser skulle missgynna de moderna sorterna mer än lantsorterna, där lantsorterna kanske skulle få en mindre skördesänkning jämfört med skörd under normalår än moderna sorter. Denna tendens observerades i en svensk studie om lantsorter under torråret 2018, som tydligt visade att lantsorter av vårvete (och höstvete) stod emot torka bättre än moderna sorter (Gerhardt et al. 2019). Hög skördestabilitet kommer vara ett viktigt verktyg vid ett allt varmare klimat, där fler torrperioder kan förväntas på många platser.

Vid försöksplatserna observerades få plantor ha drabbats av sjukdomar eller skadedjursangrepp. I denna studie utfördes inga analyser kring hur stora skillnaderna var i angreppsgrad mellan sortgrupper eller enskilda sorter och lantsorter. Detta kan däremot vara av intresse framöver då typen av resistens mot sjukdomar skiljer sig åt mellan moderna sorter och lantsorter, vilket Leino (2017) och Murphy et al. (2005) beskriver. Populationsresistens skulle kunna vara ett intressant alternativ inom ekologisk odling då möjligheterna att bekämpa patogener och skadedjur är mindre jämfört med konventionell odling. Vidare skulle populationsresistensen vara mer hållbar i den meningen att eventuella angrepp inte skulle påverka avkastningen lika negativt som för moderna sorter, då flera resistensgener hos lantsorterna bidrar till att minska angreppsgraden. I takt med förändrat klimat står lantsorter även bättre rustade mot angrepp från nya inkommande patogener och skadegörare.

Denna studie baserades på data från fältförsök år 2019 inom det fyraåriga projektet 'Historiska sädeslag i framtidens mat' (Sveriges Lantbruksuniversitet 2020a). Detta innebär att fortsatta fältstudier av svenska lantsorter av bland annat vårvete pågår (2020–2021). De fortsatta fältstudierna kommer ge ett större dataunderlag med årsvariationer. Detta kan utröna hur avkastning och kvalitet mellan moderna sorter och lantsorter skiljer sig åt under exempelvis ett sämre respektive ett bättre år.

7 Slutsatser

7.1 Besvarande av frågeställning och hypoteser

I denna studie var målet att svara på frågeställningen 'hur påverkar miljö och gödsling konkurrenskraft, avkastning och kvalitet hos lantsorter jämfört med modern spannmål i ekologisk odling?'. Detta gjordes genom att besvara fem olika hypoteser, vilket blev enligt följande:

(I). Moderna sorter har generellt större kärnavkastning än lantsorter på grund av fler ax per m², fler kärnor per ax och högre tusenkornvikt.

Moderna sorter avkastar i genomsnitt högre än lantsorter, men stora skillnader fanns inom sortgrupper. TKV var signifikant högre hos de moderna sorterna jämfört med lantsorterna, men enbart högre för Quarna och Skye. Antal ax per m² var signifikant fler hos samtliga moderna sorter, utom jämfört med den lokalanpassade blandningen (lantsort) som hade lika många ax som de moderna sorterna. Kärnor per ax hade ingen betydelse för de observerade skillnaderna i kärnavkastning.

(II). Moderna sorters avkastning ökar mer vid gödsling än lantsorters avkastning.

Nej, inte generellt. Enbart för TKV hade gödslingen en större effekt hos moderna sorter än för lantsorter. För kärnavkastningen och total biomassa var effekten av gödsling inte tydlig och stora variationer förekom inom sortgrupper. Ingen effekt av gödsling sågs på antal ax per m² då gödslingen utfördes efter stråskjutning. Ingen effekt av gödsling sågs heller för AI.

(III). Moderna sorters avkastning gynnas mer än lantsorters avkastning av bördigare jordar (bättre odlingsbetingelser såsom näringsstatus, markstruktur).

Denna hypotes kan inte besvaras då försöksplatserna inte skiljde sig åt tydligt med avseende på bördighet. Avkastningen var tvärtom större vid Krusenberg som ansågs vara den minst bördiga av de två försöksplatserna.

(IV). Moderna sorter har sämre ogräskonkurrens än lantsorter.

Moderna sorter skulle kunna ha bättre ogräskonkurrens genom signifikant högre LAI som observerades i gödslade led där totala mängden ogräs dessutom var lägre. Däremot är ogräskonkurrensen sämre genom att moderna sorter är mer kortvuxna och har lättare att bli beskuggade av snabb- och/eller högväxande ogräs.

(V). Kvalitetsaspekter vad gäller protein- och glutenhalt samt falltal är högre hos lantsorter, medan rymdvikt är högre hos moderna sorter

Protein- och glutenhalten var signifikant högre bland lantsorter på sortgruppsnivå, men ej för samtliga lantsorter på sortnivå. Falltalet är inte högre generellt för lantsorter eller moderna sorter. Rymdvikten var ej signifikant högre för moderna sorter, utan istället högre för lantsorter på sortgruppsnivå. Det fanns dock stora skillnader i rymdvikt även inom sortgrupper och flera enskilda lantsorter och sorter var ej signifikant åtskilda.

Referenslista

- Allkorn (2018). *Annelies Schönecks stipendium till forskaren Hans Larsson för arbetet med kultursorter av stråsäd*. [Broschyr]. Limhamn: Allkorn. <http://allkorn.se/pdf/stipendium.pdf> [2020-10-20]
- Allkorn (2019). *Vandring bland kultursorter - Allkorns fältvandringar sommaren 2019*. [Broschyr]. Limhamn: Allkorn. http://allkorn.se/pdf/Inbjudan%20Allkorns%20f%C3%A4ltvandringar%202019_.pdf [2020-10-20]
- Anonym (u.å.). *Triticum aestivum (Vårvete-Gruppen) 'Lantvete från Dalarna'* [Faktablad]. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/pom/gront-kulturarv/lantvete-fran-dalarna.pdf> [2020-10-20]
- Asplund, L., Bergkvist, G., Leino, M.W., Westerbergh, A., Weih, M. (2013). Swedish Spring Wheat Varieties with the Rare High Grain Protein Allele of NAM-B1 Differ in Leaf Senescence and Grain Mineral Content. *PLoS ONE* 8 (3), e59704. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059704>
- Asplund, L., Bergkvist, G., Weih, M. (2016). Functional traits associated with nitrogen use efficiency in wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 66 (2), sid. 153–169. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1087586>
- Asplund, L., Hagenblad, J., Leino, M.W. (2010). Re-evaluating the history of the wheat domestication gene NAM-B1 using historical plant material. *Journal of Archaeological Science*, 37 (9), sid. 2303–2307. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.04.003>
- Berry, P.M., Sylvester-Bradley, R., Berry, S. (2007). Ideotype design for lodging-resistant wheat. *Euphytica*, 154, sid. 165-179. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9284-3>
- Bertholdsson, N.O. (2005). Varietal variation in allelopathic activity in wheat and barley and possibilities to use this in breeding. *Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, "Establishing the Scientific Base", Wagga Wagga, New South Wales, Australia, 21-26 August 2005*, sid. 209–217. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20073229738> [2020-10-20]
- Bertholdsson, N.-O., Andersson, S.C., Merker, A. (2012). Allelopathic potential of Triticum spp., Secale spp. and Triticosecale spp. and use of chromosome substitutions and translocations to improve weed suppression ability in winter wheat. *Plant Breeding* 131 (1), sid. 75–80. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01895.x>
- Bertholdsson, N.-O., Kolodinska Brantestam, A. (2009). A century of Nordic barley breeding—Effects on early vigour root and shoot growth, straw length, harvest index and grain weight. *European Journal of Agronomy*, 30 (4), sid. 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.12.003>
- Börjeson, A., Strese, E.-M., Leino, M.W. (2014). Från sammet till pansar – svenska åkrar i nya kläder. *Sveriges utsädesförenings tidskrift*, (1). <http://www.sverigesutsadesforening.se/data/pdf/SUT%202014-1.pdf> [2020-10-20]
- Delta-T Devices (2020). *SS1 SunScan Canopy Analysis System*. <https://www.deltat.co.uk/product/sunscan/> [2020-10-20]

- Diederichsen, A., Solberg, S.Ø., Jeppson, S. (2013). Morphological changes in Nordic spring wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces and cultivars released from 1892 to 1994. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, sid. 569–585. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9858-y>
- Engström, L. & Bergkvist, G. (2009). Effects of three N strategies on tillering and yield of low shoot density winter wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 59: 536-543.
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat*. 1 uppl., Lund: Studentlitteratur. ISBN: 978-91-44-09280-5
- Gerhardt, K., Wallman, D., Linkowski W.A. (2019). *Äldre sorters spannmål och extremvädret 2018 – hur gick det?* (SLU Future Food Reports: 8). Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Gutekorn (2011). *Om Gutekorn*. <https://gutekorn.wordpress.com/about/> [2020-10-20]
- Hagenblad, J., Asplund, L., Balfourier, F., Ravel, C., Leino, M.W. (2012). Strong presence of the high grain protein content allele of NAM-B1 in Fennoscandian wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 125, sid. 1677–1686. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1943-2>
- Hagman, J., Halling, M., Barrlund, M., Larsson, S. (2019). *Stråsåd, trindsåd, oljeväxter: Sortval 2019*. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hagman, J., Halling, M., Dryler, K. (2014). *Stråsåd, trindsåd, oljeväxter, potatis: Sortval 2014*. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hagman, J., Halling, M. (2017). *Sortval i ekologisk odling 2017 – Sortförsök 2012–2016* (Sortval i ekologisk odling 2017: 23). Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hagman, J., Halling, M., Larsson, S. (2016). *Sortval i ekologisk odling 2016 – Sortförsök 2011–2015* (Sortval i ekologisk odling 2016: 21). Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hysing, S.-C., Merker, A., Liljeroth, E., Koebner, R.M.D., Zeller, F.J., Hsam, S.L.K. (2007). Powdery mildew resistance in 155 Nordic bread wheat cultivars and landraces. *Hereditas*, 144 (3), sid. 102–119. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0018-0661.01991.x>
- Hysing, S.-C., Säll, T., Nybom, H., Liljeroth, E., Merker, A., Orford, S., Koebner, R.M.D. (2008). Temporal diversity changes among 198 Nordic bread wheat landraces and cultivars detected by retrotransposon-based S-SAP analysis. *Plant Genetic Resources*, 6 (2), sid. 113–125. <https://doi.org/10.1017/S1479262108983544>
- Johansson, E., Larsson, H., Karlsson, L. (2014). *Locally adapted cereal cultivars in organic farming; for quality in production and product - Final report 2014-11-10 (for the years 2011-2013)*. (Lokalanpassade stråsådessorter 2014:4). Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

- Jordbruksverket (2011). *Amatör- och bevarandesorter - regler kring utsädesodling och försäljning*. [Broschyr]. Jönköping: Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr230.pdf [2020-10-20]
- Jordbruksverket (2020a). *Rekommendationer för gödsling och kalkning*. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6fd5d28c16f8ba7a70b48310/1578649240143/jo19_12v2.pdf [2020-10-20]
- Jordbruksverket (2020b). *Svenska sortlistan*. <https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-vaxter/svenska-sortlistan> [2020-10-20]
- Kankwatsa, P., Singh, D., Thomson, P.C., Babiker, E.M., Bonman, J.M., Newcomb, M., Park, R.F. (2017). Characterization and genome-wide association mapping of resistance to leaf rust, stem rust and stripe rust in a geographically diverse collection of spring wheat landraces. *Molecular Breeding*, 37:113. <https://doi.org/10.1007/s11032-017-0707-8>
- Lancashire, P. D., Bleiholder, H., Langelüddecke, P., Stauss, R., van den Boom, T., Weber, E., Witzsen-Berger, A. (1991). An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of applied Biology*, 119 (3), sid. 561-601. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x>
- LantMet/SLU Fältforsk (2020). *Klimatdata*. <https://www.ffe.slu.se/lm/LMHome.cfm?LMSUB=1> [2020-10-20]
- Lantmännen (2020). *Inför skörd 2020 - villkor för skördeåret*. [Broschyr] Malmö: Lantmännen. <https://www.lantmannenlantbrukmaskin.se/siteassets/om-oss/vara-tjanster/broschyr/org/spannmal-och-vaxtodling/infor-skord-2020.pdf> [2020-10-20]
- Leino, M.W. (2017). *Spannmål - svenska lantsorter*. Stockholm: Nordiska Museets Förlag. ISBN: 978-91-7108-594-86
- Leino, M.W., Hagenblad, J., Edqvist, J., Strese, E-M.K. (2009). DNA preservation and utility of a historic seed collection. *Seed Science Research*, 19, sid. 125-135. <https://doi.org/10.1017/S0960258509990055>
- Lundin, P. (1997). Rost- och mjöldaggsresistens hos stråsäd. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 20, sid. 145–154. <https://www.ksla.se/anh/files/2012/06/Lundin.pdf> [2020-10-20]
- MackKey, J. (1988). Växtförädling då och nu. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 20, sid. 139–155. https://www.ksla.se/anh/files/2012/06/kap_07.pdf [2020-10-20]
- Minitab18 Support. (2019a). *Overview for Fit General Linear Model*. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/fit-general-linear-model/before-you-start/overview/> [2020-10-20]
- Minitab18 Support. (2019b). *Overview for Mixed Effects Model*. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/mixed-effects-model/before-you-start/overview/> [2020-10-20]
- Minitab18 Support. (2019c). *What is Tukey's method for multiple comparisons?* <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/> [2020-10-20]

- Murphy, K., Lammer, D., Lyon, S., Carter, B., Jones, S.S. (2005). Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary–participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20 (1), sid. 48–55. <https://doi.org/10.1079/RAF200486>
- Murphy, K.M., Dawson, J.C., Jones, S.S. (2008). Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed suppression in spring wheat landraces and modern cultivars. *Field Crops Research*, 105 (1-2), sid. 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.08.004>
- Newton, A.C., Akar, T., Baresel, J.P., Bebeli, P.J., Bettencourt, E., Bladenopoulos, K.V., Czembor, J.H., Fasoula, D.A., Katsiotis, A., Koutis, K., Koutsika-Sotiriou, M., Kovacs, G., Larsson, H., de Carvalho, M.A.A.P., Rubiales, D., Russell, J., Santos, T.M.M.D., Patto, M.C.V. (2011). Cereal Landraces for Sustainable Agriculture. I: Lichtfouse, E., Hamelin, M., Navarrete, M., Debaeke, P. (red.), *Sustainable Agriculture Volume 2*. Dordrecht, Nederländerna: Springer. sid. 147–186. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_10
- Nordgen (2017a). *About us*. <https://www.nordgen.org/en/about/?lang=en> [2020-10-20]
- Nordgen (2017b). *NordGen's Mission and Statutes*. <https://www.nordgen.org/en/about/organisation/nordgen-statutes/> [2021-05-09]
- Nordgen (2017c). *NordGen Plants*. <https://www.nordgen.org/en/our-work/nordgen-plants/?lang=en> [2020-10-20]
- Nordgen (2017d). *Organisation*. <https://www.nordgen.org/en/about/organisation/> [2021-05-09]
- Nordgen (2017e). *SESTO*. <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=> [2020-10-20]
- Olsson, G. (1997a). Gamla lantsorter - utnyttjande och bevarande. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 20, sid. 121–130. <https://www.ksla.se/anh/files/2012/06/Olsson.pdf> [2020-10-20]
- Olsson, G. (1997b). Sveriges Utsädesförening och Allmänna Svenska Utsädesaktiebolaget. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 20, sid. 11–34. <https://www.ksla.se/anh/files/2012/06/Olsson.a.pdf> [2020-10-20]
- Ortiz, R., Lund, B., Andersen, S.-B. (2003). Breeding gains and changes in morphotype of Nordic spring wheat (1901–1993) under contrasting environments. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50 (5), sid. 455–459. <https://doi.org/10.1023/A:1023902110224>
- Ortiz, R., Madsen, S., Andersen, S.B. (1998). Diversity in Nordic spring wheat cultivars (1901–93). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 48 (4), sid. 229–238. <https://doi.org/10.1080/09064719809362503>
- Randhawa, M., Bansal, U., Lillemo, M., Miah, H., Bariana, H. (2016). Postulation of rust resistance genes in Nordic spring wheat genotypes and identification of widely effective sources of resistance against the Australian rust flora. *Journal of Applied Genetics*, 57 (4), sid. 453–465. <https://doi.org/10.1007/s13353-016-0345-6>

- Roll-Hansen, N. (1989). The crucial experiment of Wilhelm Johannsen. *Biology and Philosophy*, 4, sid. 303-329. <https://doi.org/10.1007/BF02426630>
- Schillinger, W.F., Donaldson, E., Allan, R.E., Jones, S.S. (1998). Winter Wheat Seedling Emergence from Deep Sowing Depths. *Agronomy Journal*, 90 (5), sid. 582–586. <https://doi.org/10.2134/agronj1998.00021962009000050002x>
- SMHI (2020). Dataserier med normalvärden för perioden 1961–1990. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvardnen-1.7354> [2020-10-20]
- Svensson, G (1997). Veteförädlingen i Sverige. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 20, sid. 169–176. <https://www.ksla.se/anh/files/2012/06/Svensson.pdf> [2020-10-20]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2020a). *Historiska sädeslag i framtidens mat. Kulturspannmålsens roll för ekologisk spannmålsproduktion och konsumtion - kan vi lära av historien?* <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-biologisk-mangfald-cbm/forskning/forskningsprojekt/forskningsprojekt-vid-cbm/kulturspannmalens-roll-for-ekologisk-spannmalsproduktion-och-konsumtion---kan-vi-lara-av-historien/> [2020-10-20]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2020b). *Poms ansvar och verksamhet.* <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/programmet-for-odlad-mangfald-pom/om-pom/poms-ansvar-och-verksamhet/> [2020-10-20]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2020c). *Vad är SKUD?* https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/skud/om_skud/vad-ar-skud/ [2020-10-20]
- 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), sid. 163–186. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00146-0](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00146-0)
- Ulén, B. (2006). Förenklad bedömning av risken för läckage av löst fosfor från dränerad jord. [Faktablad]. *Fakta Jordbruk nr 4*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktajordbruk/jo06-04.pdf> [2020-10-20]
- Varella, A.C., Weaver, D.K., Cook, J.P., Blake, N.K., Hofland, M.L., Lamb, P.F., Talbert, L.E. (2017). Characterization of resistance to the wheat stem sawfly in spring wheat landrace accessions from targeted geographic regions of the world. *Euphytica*, 213:153. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1945-x>
- Waines, J.G., Ehdaie, B. (2007). Domestication and Crop Physiology: Roots of Green-Revolution Wheat. *Annals of Botany*, 100 (5), sid. 991–998. <https://www.jstor.org/stable/42801339> [2020-10-20]
- Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., An, M., Liu, D.L. (2007). Autotoxicity of wheat (*Triticum aestivum* L.) as determined by laboratory bioassays. *Plant and Soil*, 296, sid. 85–93. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9292-7>
- Yabwalo, D.N., Berzonsky, W.A., Brabec, D., Pearson, T., Glover, K.D., Kleinjan, J.L. (2018). Impact of grain morphology and the genotype by environment interactions on test weight of spring and winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 214:125. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2202-7>

Zeven, A.C. (1998). Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104, sid. 127-139. <https://doi.org/10.1023/A:1018683119237>

Åkerberg, E. (1986). Nilsson-Ehle and the development of plant breeding at Svalöf during the period 1900–1915. *Hereditas*, 105 (1), sid. 1-5. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1986.tb00633.x>