



# Skillnader i vårvetekärnors utseende

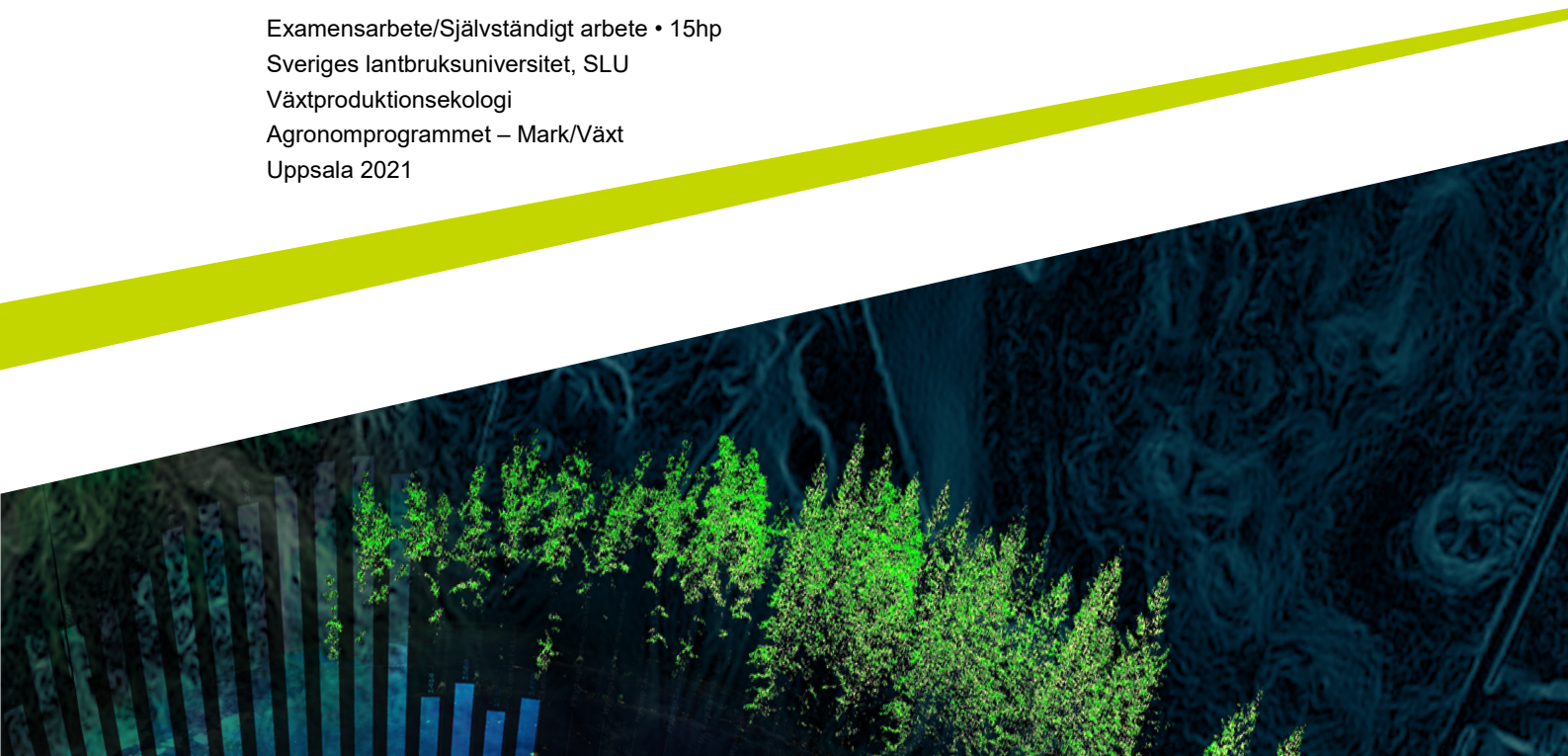
– Betydelse av sort, miljö och gödsling

---

*Differences in the appearance of spring wheat kernels  
- Significance of variety, environment and fertilizer application*

John Pålsson & Magnus Hammargren

Examensarbete/Självständigt arbete • 15hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Växtproduktionsekologi  
Agronomprogrammet – Mark/Växt  
Uppsala 2021





# Skillnader i vårvetekärnors utseende – Betydelse av sort, miljö och gödsling

Differences in the appearance of spring wheat kernels - Significance of variety, environment, and fertilizer application

**Handledare:** Göran Bergkvist, SLU, Växtproduktionsekologi  
**Bitr. handledare:** Tove Ortman, SLU, Växtproduktionsekologi  
**Examinator:** Marcos Lana, SLU, Växtproduktionsekologi

**Omfattning:** 15hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i Biologi, G2E  
**Kurskod:** EX0894  
**Program/utbildning:** Agronom Mark/Växt  
**Kursansvarig inst.:** Växtproduktionsekologi

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2021

**Nyckelord:** Kärnstorlek, kärnform, kärnvolym, rundhet, Cgrain Value, vårvete, lantsorter, evolutionära sorter, *Triticum aestivum*

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Naturresurser och jordbruksvetenskap  
Växtproduktionsekologi

## Publicering och arkivering

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

Intresset för lantsorter är något som ökar för att de är odlingssäkra i system med små insatser, förväntas klara framtida klimatförändringar med ökad risk för torka bra, samt för att de har goda bakningsegenskaper. Lantbrukare som odlar lantsorter upplever att de är småkorniga jämfört med moderna sorter och att kärnorna är rundare än hos moderna vårvetesorter. Syftet med detta arbete var att identifiera storleks- och utseendemässiga skillnader mellan sorter av vårvete och om sorterna påverkas olika av miljö och gödsling. För att uppnå syftet har vi använt oss av en Cgrain Value som fotograferar kärnorna och med hjälp av ett spegelarrangemang får bilder från tre vinklar, från vilka utseendet hos spannmålskärnorna analyseras. Prov bestående av ca 100 g kärnor av sju vårvetesorter (3 moderna sorter, 2 lantsorter och 2 evolutionära blandningar); odlade två år (2019 och 2020); på två olika platser (Ekhaga och Krusenberg i Uppland); vid två olika gödslingsnivåer (med och utan rötrest); från fyra upprepningar per försök har jämförts, vilket har resulterat i drygt 500 000 analyserade bilder. Rundhet och volym identifierades med hjälp av en principalkomponentanalys som användbara variabler för att svara på forskningsfrågorna. De studerade faktorernas betydelse för utfallet hos dessa variabler undersöktes med hjälp av en variansanalys. De moderna sorterna Skye och Quarna hade större kärnor än lantsorterna, de evolutionära sorterna och Dacke. Sorten Skye hade minst runda kärnor och det fanns en negativ korrelation mellan rundhet och volym där stora kärnor var mindre runda än små kärnor. Gödsling ökade kärnvolym något för alla sorter och sorterna påverkades olika av miljön, men dessa effekter var inte lika stora som effekten av sort. Det fanns skillnader i hur sorternas rundhet påverkades av miljön, men skillnaden var liten jämfört med effekten av sort. Slutsatsen är alltså att sorten har stor betydelse för hur stora vetekärnor blir och att små kärnor tenderar att vara mer runda. Resultaten indikerar också att det är svårt att påverka kärnvolym och rundhet hos vetekärnor med hjälp av gödsling, eftersom båda egenskaperna till stor del beror på sort och miljö.

*Nyckelord:* Kärnstorlek, kärnform, kärnvolym, rundhet, Cgrain Value, vårvete, lantsorter, evolutionära sorter, *Triticum aestivum*

## Abstract

The interest in landraces is increasing, because they produce well in systems with small inputs, are expected to manage a future climate change with increased risk of draught well, and because they have good baking properties. Farmers who grow landraces experience that they have small-kernels compared to modern spring wheat varieties and also that the kernels are rounder. The purpose of this work, was to identify differences in size and shape between varieties of spring wheat and whether the environment and fertilizer affect the importance of the variety in forming the kernels. We used a Cgrain Value that photographs the kernels and will help of mirrors provide pictures of the kernels from three angles and with help of them identify visual traits of the kernels. Samples consisting of about 100 g kernels of seven spring wheat varieties (3 modern varieties, 2 landraces and 2 evolutionary mixes); cultivated for two years (2019 and 2020); in two different places (Ekhaga and Krusenberg in Uppland); at two different fertilizer levels (with and without digestate); from four repetitions per experiment have been compared, which has resulted in just over 500,000 analyzed images. Roundness and volume were identified in a principal component analysis as useful to answer our research questions. The significance of the studied factors for the outcome of these variables was then examined in an analysis of variance. The modern varieties Skye and Quarna had larger kernels than the landraces, the evolutionary mixes and Dacke. Skye had the least round kernels and there was a negative correlation between roundness and volume, where large kernels were less round than small kernels. Fertilizer increased the kernel volume slightly for all varieties and the varieties were affected differently by the environment, but these effects were not as large as the effect of variety. There were differences in how the roundness of the varieties was affected by the environment, but the difference was small compared to the effect of variety. The conclusion is that the variety is important in determining kernel size of spring wheat and that small kernels tends to be rounder. The results indicate that it is difficult to influence the kernel volume and roundness by applying fertilizer, because both traits are much affected by variety and environment.

*Keywords:* Kernel size, kernel shape, kernel volume, roundness, Cgrain Value, spring wheat, landrace, evolutionary varieties, *Triticum aestivum*

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>8</b>
<b>Förkortningar .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Introduktion.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Material &amp; Metod .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Resultat.....</b>	<b>22</b>
3.1. Fullständig principalkomponentanalys (PCA).....	22
3.1.1. Principalkomponentanalys utan sorterna Skye och Quarna .....	24
3.2. Signifikans av volym och form .....	26
3.3. Volym.....	27
3.3.1. Sort .....	27
3.3.2. Försök .....	28
3.3.3. Gödselgiva .....	29
3.3.4. Samspel gödselgiva och försök .....	30
3.3.5. Samspel sort och försök .....	31
3.4. Rundhet .....	32
3.4.1. Sort .....	32
3.4.2. Samspel sort och försök .....	33
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>34</b>
4.1. Kärnstorlek och hur gödsling och försök påverkar .....	34
4.2. Form och hur gödsling och försök påverkar .....	37
4.3. Felkällor .....	38
<b>5. Slutsats.....</b>	<b>39</b>
<b>Tack .....</b>	<b>42</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1 Markkartering för pH och växttillgängliga näringsämnen. ....	17
Tabell 2 Markkartering för jordmån. ....	18
Tabell 3 Definition av responsvariablerna.....	20
Tabell 4: Test av fixa effekter, ANOVA MEM i Minitab.....	26



# Figurförteckning

Figur 1 Väderdata från stationen Uppsala Funbo-Lövsta för kärnfyllnadsperioden 1 juli - 15 augusti under 2019.....	18
Figur 2 Väderdata från stationen Uppsala Funbo-Lövsta för kärnfyllnadsperioden 1 juli - 15 augusti under 2020.....	19
Figur 3: PCA över båda årens (2019 och 2020) prover från Ekhaga (E) och Krusenberg (K), färgkodad efter sort..	22
Figur 4: PCA-"karta" över de olika responsvariablerna som Cgrain Value kan få fram data på.	23
Figur 5: PCA med färgkod över sorterna där sorterna som stack ut (Skye och Quarna) har exkluderats.....	24
Figur 6: PCA-"karta", utan sorterna Skye och Quarna.....	25
Figur 7 Låddiagram för kärnvolymer ( $\text{mm}^3$ ) beroende på sort.....	27
Figur 8 Låddiagram av kärnvolymer ( $\text{mm}^3$ ) beroende på försök.	28
Figur 9 Låddiagram som visar hur de olika gödselgivorna påverkar volymen ( $\text{mm}^3$ ) på kärnorna.	29
Figur 10 Låddiagram för samspelet mellan försök och gödselgiva och hur det påverkar volymen ( $\text{mm}^3$ ) på kärnorna.....	30
Figur 11 Låddiagram för samspelet mellan sort och försök och hur det påverkar kärnornas volym ( $\text{mm}^3$ ).....	31
Figur 12 Låddiagram för de olika sorternas rundhet.	32
Figur 13 Låddiagram för samspelet mellan sort och försök och hur det påverkar kärnornas rundhet.	33

## Förkortningar

ANOVA	Analysis of variance
PCA	Principalkomponentanalys
MEM	Mixed effects models

# 1. Introduktion

Jordbruket står inför ett antal stora utmaningar där klimatförändringarna är en av de största. Extremväder blir allt mer vanligt och tolerans mot biotisk och abiotisk stress hos grödorna är något som kan bli viktigare i framtiden. I dagens samhälle används vetesorter som är högproducerande för att mätta en växande befolkning. Klimatförändringarna har gjort att gamla vetesorter med hög genetisk diversitet har blivit intressanta igen. Det har under de senare åren även blivit mer populärt att använda gamla vetesorter för att leta efter gener som kan korsas in i moderna sorter för att öka deras genetiska diversitet och konkurrenskraft genom introduktion av resistens mot skadegörare och torktålighet (Lopes et al. 2015).

Vetets ursprung är ett vilt vete som domesticerades cirka 6000 år före Kristus (Priyadarshan 2019). Efter domesticeringen pågick en avsiktlig och oavsiktlig förädling formad av miljö, lokala matpreferenser, odlingskunskaper och hantering av utsäde under tusentals år (Breseghello & Coelho 2013). Under 1900-talet ökade kunskapen om genetik och bättre förädlingsmetoder utvecklades (Priyadarshan 2019), vilket möjliggjorde inkorsning av till exempel sjukdomsresistens. I mitten av 1900-talet lyckades förädlare att ta fram ett vete som hade kortare strå (ibid) vilket gjorde att grödorna kunde gödslas mer och att skördarna ökade. Förädlingen som skedde under andra halvan av 1900-talet fortsatte öka resistensen mot fler sjukdomar, ökade avkastningen och gjorde grödorna svarade bättre på användning av olika insatsmedel (Lopes et al. 2015). Det smala urval av sorter som har använts i förädlingen har gjort att dagens vetesorter liknar varandra genetiskt och har liten genetisk mångfald inom sort, medan populationer av lantsorter har en stor genetisk diversitet (Villa et al. 2005).

Det används många namn för gamla oförädlade spannmålsgrödor, t ex kulturspannmål, kultursort, lantsort eller historiskt sädesslag. De olika begreppen har något olika definitioner. Vi använder begreppet lantsort, som kan definieras enligt följande:

*A landrace is a dynamic population(s) of a cultivated plant that has historical origin, distinct identity and lacks formal crop improvement, as well as often being genetically diverse, locally adapted and associated with traditional farming systems* (Villa et al. 2005). . Exempel på lantsorter av vårvete som används idag är Dala lantvete och Ölandsvete.

Enligt Leino Wiking (2017) anpassades odlade växter genetiskt till de platser som de odlades på, vilket gjorde att det uppstod lokala populationer, dvs lantsorter. Lantbrukare valde medvetet eller omedvetet ut kärnor från plantor som fungerade bra i det lokala klimatet och jordmånen, dvs de som gav skörd, och dessa blev sen utsäde kommande år. Olika genkombinationer gynnades av olika typer av klimat och brukningssätt och genom selektion av lantbrukarna uppstod lokalanpassade populationer. Dessa lantsorter utgjorde basen för livsmedelsförsörjningen i Europa under tusentals år. Lantsorter har inte genomgått någon formell förädling och kännetecknas av helt andra egenskaper jämfört med moderna sorter. Leino Wiking (2017) menar att lantsorter saknar egenskaper som enhetlighet, särskiljbarhet och stabilitet över generationer. De är istället dynamiska och genflöde från kärnutbyte och handel, inkommande pollen och genetisk rekombination medför ständig förändring inom sorten. Resultatet av sättet att selektera fram populationerna skapar en inomsortsvariation, som är något som kännetecknar lantsorter. Inomsortsvariationen innebär att det inom sorten förekommer en blandning av genotyper med varierande egenskaper. Leino Wiking (2017) skriver vidare att det är just denna inomsortsvariation som medför att olika genotyper inom lantsorten reagerar olika på biotisk stress (insekter och sjukdomar) och abiotisk stress (köld, värme och torka), vilket gör dem motståndskraftiga, resilienta, mot yttre påverkan.

Egenskaperna skiljer sig mellan moderna sorter och lantsorter, vilket gör att de har olika växtsätt och allokerar resurserna olika. Strukturen på rotsystemet spelar en stor roll för hur mycket vatten och näring som en växt har tillgång till. Ett djupt och välutvecklat rotsystem är fördelaktigt för växten vid nederbördsfattiga perioder och gör växten motståndskraftig mot torka. Men med fördelar kommer även nackdelar. Om en växt lägger mycket energi under jord på att utveckla ett rotsystem som är motståndskraftigt mot torka resulterar det i en mindre andel av biomassan ovan

jord. Lantsorterna har mer utvecklade rotsystem än de moderna vetesorterna. Detta gör att lantsorterna är mer motståndskraftiga mot torka än moderna sorter, men på bekostnad av en lägre avkastning om den totala tillväxten är lika (Siddique et al. 1990a; Waines & Ehdai 2007; Bektas et al. 2016a).

Strå längd är också något som skiljer lantsorterna från de moderna sorterna, där lantsorterna har betydligt längre strå. Enligt Leino Wiking (2017) är längden på strået starkt korrelerat med kärnskörden, eftersom ett långt strå är korrelerat med lågt avkastningsindex. Avkastningsindex är kvoten av mängden kärna och den totala ovanjordiska biomassan. Ett av växtförädlingens stora mål har varit kortare och styvare strå som går att gödsla grödan med mer kväve utan att det blir liggsäd. Förädlingen mot ett kortare och styvare strå medför ett högre avkastningsindex. Lantsorterna har dock kvar sina långa strån, vilket är en av anledningarna till att de avkastar sämre men även att risken för liggsäd är större. En stor fördel med långa strån är att de blir mer konkurrenskraftiga mot ogräs.

Vad är det då som gör att lantsorter har blivit så intressant igen på senare tid? I samband med att de moderna sorterna förädlades fram minskade den genetiska diversiteten och detta kan också ha bidragit till att minska sorternas motståndskraft mot biotisk (till exempel ogräs) och abiotisk stress (till exempel torka) (Newton et al. 2011). Detta har resulterat i att främst lantbrukare med ekologisk produktion ser fördelar med lantsorter, eftersom dessa sorter ger en låg men stabil skörd med små insatser (Keleman et al. 2013). Men det är inte bara lantsorternas tolerans och stabila skörd i svåra miljöer som gör att de odlas. I Italien odlas lantsorter i bergsområdena för att det finns en efterfråga på traditionella maträtter som ska innehålla en viss typ av vete (Negri 2003). Det finns även undersökningar som har visat att kulturspannmål innehåller mer mineraler i hela kärnan än moderna sorter (Murphy et al. 2008). Detta skulle i så fall göra dem mer hälsosamma och denna typ information har ökat lantsorternas popularitet.

På många håll i världen finns det jordbruk som av olika anledningar inte eftersträvar största möjliga skörd, men uppskattar andra kvalitéer som lantsorter har (Newton et al., 2011; Wolfe & Ceccarelli, 2020). Detta har bidragit till att det under de senaste 20 åren har utvecklats en deltagande växtförädling (PPB), där växtförädlare och lantbrukare arbetar tillsammans för att utveckla sorter som passar

växtodling med små insatser eller som sker i en miljö där tillväxtvillkoren för vete är hårda (Murphy et al. 2005).

För att skapa ännu mer dynamiska sorter har lantbrukare blandat odlingsvärda populationer av flera lantsorter i så kallade evolutionära sorter. Detta gör att det kan vara stor skillnad på vilka populationer som dominerar beroende på var den evolutionära sorten odlas (Wolfe et al. 2008). Klimatförändringarna har ökat intresset för de evolutionära sorterna, eftersom de består av populationer som är anpassade till något olika klimat och därför har de lättare att anpassa sig till en ny miljö än de ingående populationerna var för sig.

I en ännu ej publicerad intervjustudie med svenska lantbrukare som odlar kulturspannmål, har framkommit att småkärnighet upplevs som ett problem (Ortman, personligt meddelande). De uppger att de arbetar mycket för att upprätthålla en bra kärnstorlek i sina sorter genom att sålla bort små kärnor i rensverk. De accepterar att kärnorna kan vara mindre hos kulturspannmålen, men blir de för små blir det inte lönsamt att odla dem (Ortman, personligt meddelande). En annan intressant aspekt på kärnorna som dök upp i samma intervjustudie är att lantbrukarna tycker att kulturspannmål har en tendens att bilda rundare kärnor, vilket de anser har betydelse för hanteringen av utsädet.

Det har i alla tider varit intressant för lantbrukare med stora kärnor. Stora kärnor bidrar till en hög totalskörd men även ett kvalitativt bra mjöl då utbytet av kärna i förhållande till skaldelar blir bättre. Det medför även en större säkerhet för en god etablering då grobarheten och gröningsenergin är bättre hos en större kärna (Leino Wiking 2017). Kärnstorleken påverkas av mängden blad hos vetet då det är där en stor del av fotosyntesen sker som skapar de kolföreningar som ska allokeras till kärnorna. Kärnstorleken påverkas också av temperaturen under kärnfyllnadsperioden då ett svalare väder med god tillgång på vatten ger en längre kärnfyllnadsfas och således större kärnor (Nyiraneza et al. 2012). Enligt Bergkvist (personligt meddelande) påverkar gödsling indirekt kärnstorleken då tillgången på kväve är en avgörande faktor för hur vetet bygger upp skörden i form av antalet överlevande sidoskott, småax och fertila blommor per småax, där speciellt många fertila blommor per småax ofta leder till en genomsnittligt mindre kärnstorlek. Skillnader mellan sorter påverkar också, då olika vetesorter bygger avkastning på

olika sätt vilket således kan påverka kärnstorleken. Vi känner inte till någon studie om kärnornas utseende hos svenska lantsorter jämfört med moderna sorter. Därför vill vi undersöka om de av lantbrukarna påtalade skillnaderna mellan lantsorter och moderna sorter, vad gäller storlek och form på kärnor i studien av Ortman, beror på verkliga skillnader i egenskaper hos sorterna eller om det är miljö och skötsel som orsakar skillnaderna. För att uppnå detta syfte ställer vi oss följande forskningsfrågor.

- 1) Hur skiljer sig kärnstorlek och form mellan moderna sorter och lantsorter av vårvete
- 2) Påverkas lantsorternas kärnor annorlunda än moderna sorter av gödsling och miljö.

## 2. Material & Metod

För att besvara vår frågeställning har vi analyserat vetekärnor från ett ekologiskt skött experiment som ingår i det tvärvetenskapliga projektet *Kulturspannmålsens roll för ekologisk spannmålsproduktion och konsumtion – kan vi lära av historien?* I detta experiment har det genomförts sammanlagt fyra försök med vårvete på två platser, Ekhaga och Krusenberg, samt under två år, 2019 och 2020 (Tabell 1; 2). Sorterna odlades med och utan gödsel i en så kallad split-plot-design med gödsling i storruta och sorter i smårutor. En nivå där gödselgivan består av rötresten innehållande cirka 100kg N/ha och en gödslingsnivå där vetet inte gödslats alls. Detta innebär att det totalt odlades 224 provrutor i de fyra försöken. I 17 rutor från försöken 2019 var skörden liten och den mängd kärnor som fanns kvar efter övriga analyser räckte inte för denna analys, vilket innebär att vi totalt analyserade 207 prover. Samtliga kärnprover analyserades i en maskin som visuellt kan bedöma spannmålskärnors utseende (*Cgrain Value*<sup>TM</sup>).

De jämförda vetesorterna består av två lantvetesorter, Dala lantvete och Ölandsvete; två evolutionära blandningar, Källunda och Lennarts lokala blandning, samt tre moderna vetesorter, Dacke, Quarna och Skye. Skye började säljas i Sverige 2015 (Vallenback, personligt meddelande) och är en sort med hög och stabil avkastning, hög tusenkornvikt samt något sen mognad (Hagman & Halling 2020). Quarna registrerades i Sverige 2005 (Vallenback, personligt meddelande) och har god kärnkvalitet med hög proteinhalt, samt har god stråstyrka och tidig mognad (Hagman & Halling 2020). Dacke registrerades i Sverige redan 1991 (Vallenback, personligt meddelande) och sorten avkastar mindre än många nyare sorter, men ger hög rymdvikt och proteinhalt, samt har god stråstyrka (Hagman & Halling 2020). Leino Wiking (2017) skriver att Dala lantvete är ett vårvete som odlades i Dalarna och Hälsingland under slutet på 1800-talet. Sorten beskrevs under början av 1900-talet som lågt avkastande på halm och kärna, känslig för gulrost och hög dröshet.



Idag marknadsförs Dala lantvete som väldigt rik på folsyra, magnesium och järn, men det idag använda Dala lantvetet är förmodligen mer enhetligt och mer odlingsvärt på grund av vidare selektering kombinerat med genetisk drift. Leino Wiking (2017) beskriver Ölandsvete som ett växelvete, det kan odlas både som höstvete och vårvete. Idag används det främst som vårvete men har historiskt odlats mest som höstvete. Ölandsvete är relativt kortsträigt och bestockar sig dåligt, men är idag populärt på grund av högt näringsinnehåll och goda bakningsegenskaper (Leino Wiking 2017). Källunda är en evolutionär sort som består av många populationer och som selekterats fram på Källunda gård i Skåne. Lennarts lokala blandning är selekterad på motsvarande sätt på försöksplatsen Ekhaga i Uppland.

Sorterna har odlats på två platser med olika markförutsättningar, en på bördig slätt, Ekhaga, och den andra på en magrare jord, Krusenberg. Platsen Ekhaga har lågt pH speciellt i alven, växttillgänglig fosfor i klass II och växttillgänglig kalium i klass IV. Krusenberg däremot har högre halt växttillgängligt fosfor i klass IVA och växttillgängligt kalium i klass III (tabell 1). Ekhaga har generellt högre mullhalt och lerhalt än Krusenberg (tabell 2) vilket kan medföra att det är en större kvävefrigörelse från jorden på Ekhaga jämfört med Krusenberg, vilket är huvudskälet att vi definierade den jorden som mer bördig än den på Krusenberg.

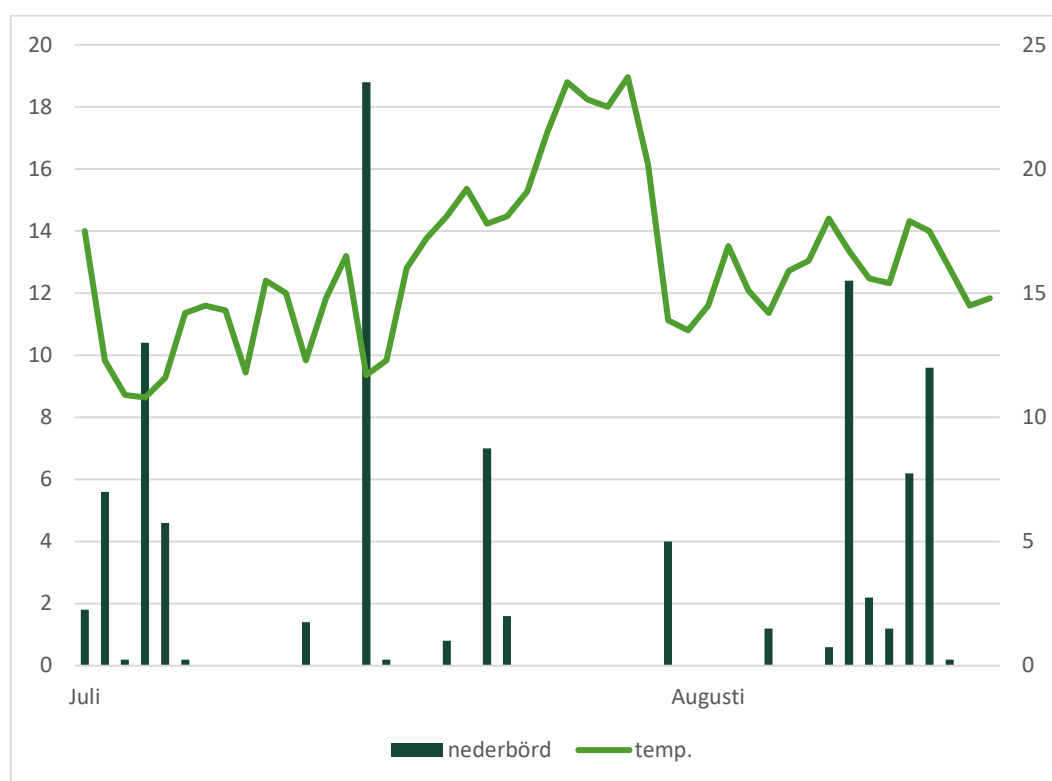
*Tabell 1 Försöksplatsernas näringsvärde i matjorden och alven. P-AL visar växttillgänglig fosfor, K-AL visar växttillgänglig kalium, Mg-AL visar växttillgänglig magnesium. K/Mg-AL visar den växttillgängliga kalium/magnesium-kvoten. Kl efter P-AL och K-AL berättar vilken klass jorden tillhör vid respektive näringsämne. I kolumnen Plats står E för Ekhaga och K för Krusenberg, A står för alven och M för matjorden.*

Plats	pH	P-AL mg/100g	Kl	K-AL mg/100g	Kl	Mg-AL mg/100g	K/Mg-AL
E-M	6,0	4,0	II	31,5	IV	19,5	1,6
E-A	4,6	2,6	II	24,9	IV	16,4	1,5
K-M	6,0	8,5	IVA	13,8	III	14,3	1,0
K-A	6,5	9,6	IVA	12,5	III	25,6	0,5

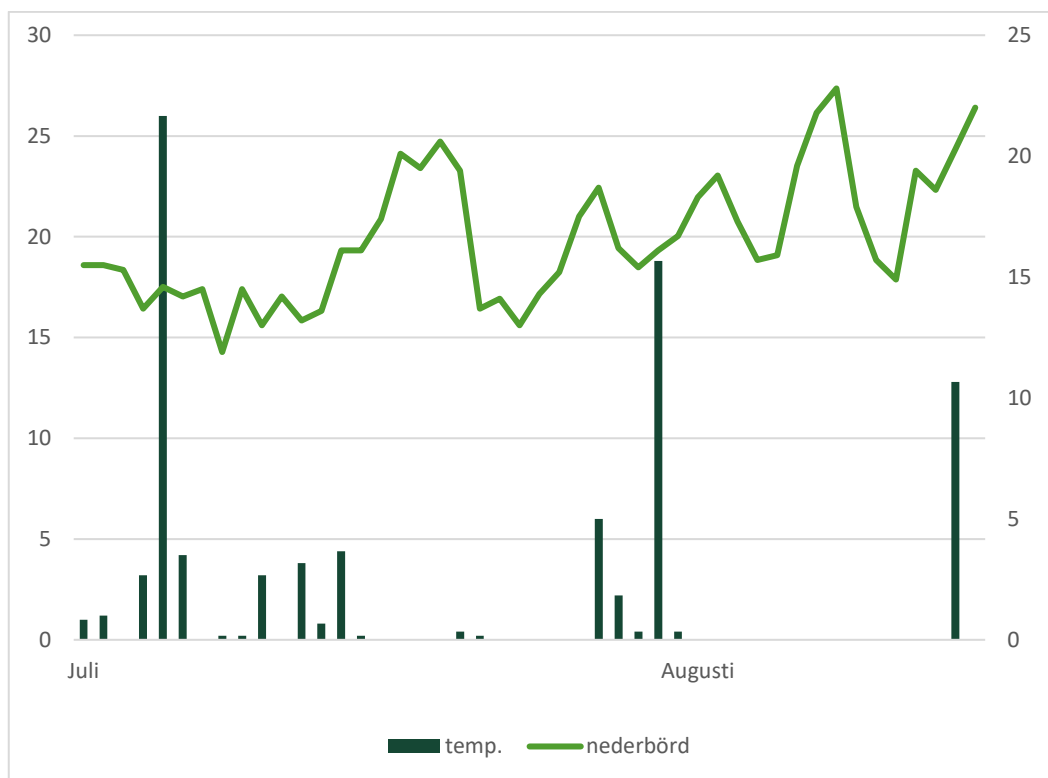
Tabell 2 Försöksplatsernas kornstorleksfördelning i procent samt jordart. Under kolumnen jordart beskriver de små bokstäverna mullhalten i jordarten (t.ex. nmh står för något mullhaltig) och de stora bokstäverna förklarar vilken typ av mineraljord det är (t.ex. MSL står för mycket styv lera). I kolumnen plats står E för Ekhaga och K för Krusenberg, A står för alven och M för matjorden

Plats	Mull %	Ler %	Silt %	Sand %	Jordart
E-M	7,1	51	33	9	mr SL
E-A	2,2	61	26	10	nmh MSL
K-M	2,2	22	31	45	nmh Mo LL
K-A	0,8	34	23	42	mf ML

Vädret i området där odlingsplatserna ligger ser ut att vara relativt likt under de båda åren (figur 1 & figur 2), det som skiljer är att under 2020 år skördeperiod ser det ut att ha varit torrare (figur 2). Den totala regnmängden och medeltemperaturen under perioden ser inte ut att skilja väldigt mycket mellan åren under perioden (figur 1 & figur 2).



Figur 1 Väderdata från stationen Uppsala Funbo-Lövsta för kärnfyllnadsperioden 1 juli - 15 augusti under 2019. Linje är dygnsmedeltemperaturen och staplar är dygnsnederbörden, siffrorna till höger på y-axeln visar temperatur (grader celsius) och siffrorna till vänster på y-axeln visar nederbörd (mm). Data hämtat från SLU Lantmet (Lantmet 2020).



Figur 2 Väderdata från stationen Uppsala Funbo-Lövsta för kärnfyllnadsperioden 1 juli - 15 augusti under 2020. Linje är dygnsmedeltemperaturen och staplar är dygnsnederbörden, siffrorna till höger på y-axeln visar temperatur (grader celsius) och siffrorna till vänster på y-axeln visar nederbörd (mm). Data hämtad från SLU Lantmet (Lantmet 2020).

Kärnproverna som skulle analyseras bereddes genom att 100 gram slumpmässigt valdes ut från proverna. Detta har skett med hjälp av en provdelare där cirka 400 gram togs ur säckarna med de stora proverna och placerades i provdelaren. I provdelaren delades provet slumpmässigt upp i två behållare med 50% av grundprovet i varje behållare. Detta gjordes två gånger för att det slutligen skulle vara 100 gram kvar med en felmarginal på 10 gram. Efter att proverna passerat provdelaren silades de för att bli av med damm och annat skräp som hade följt med genom provdelaren. Efter att proverna silats vägdes proverna och tömdes i påsar markerade med vikt och provnummer.

Samtliga prover analyserades sedan i Cgrain Value, som fotograferar spannmålskärnor med hjälp av ett spegelarrangemang, vilket resulterar i bilder från tre vinklar (Cgrain Value™). Utifrån bilderna kan Cgrain med hjälp av inprogrammerade algoritmer räkna ut allt som går att avläsa från bilderna och som den är kalibrerad för, till exempel längd, bredd, area, form och färg. Hastigheten

som användes var ”measurement 10”, vilket innebär att tio kärnor per sekund fotograferades. Då maskinen i den valda konfigurationen inte särskiljer andra grödors kärnor från vetekärnor och inte heller om det kommit med något ogräsfrö, kontrollerades samtliga bilder manuellt. Vi rensade bort alla bilder som inte var vete eller innehöll vetekärnor som inte var hela. Det som avgjorde om vi bedömde en kärna som sönder var att kärnan brutits av med ”vassa” och tydliga kanter.

För all data som plockades ut från Cgrain maskinen gjordes en principalkomponentanalys (PCA) i programmet SIMCA (Roger Andersson, Institutionen för molekylära vetenskaper, SLU). Det är lämpligt att använda PCA när många variabler är uppmätta i ett stort antal prover för att visa hur de olika proven och variablerna förhåller sig till varandra (Jolliffe 1990). Fördelen med PCA:n är att det kan göras en multidimensionell oberoende analys av samtliga prover (Jolliffe 1990). I PCA:n användes de olika behandlingskombinationernas medelvärde för varje responsvariabel. Utifrån PCA-resultatet valdes sedan volym och rundhet ut som responsvariabler att analysera vidare i en variansanalys (ANOVA, Analysis of variance) eftersom de är beskrivande för storlek och form och därmed kan besvara våra forskningsfrågor. Dessa två variabler visar heller inte någon positiv korrelation i PCA:n.

*Tabell 3 Definition av responsvariablerna. Definitionen är vilken enhet som värdet har.*

Variabler	definition
Rundhet	skala 0-1 där 1 är helt sfärisk
Volym	mm <sup>3</sup>

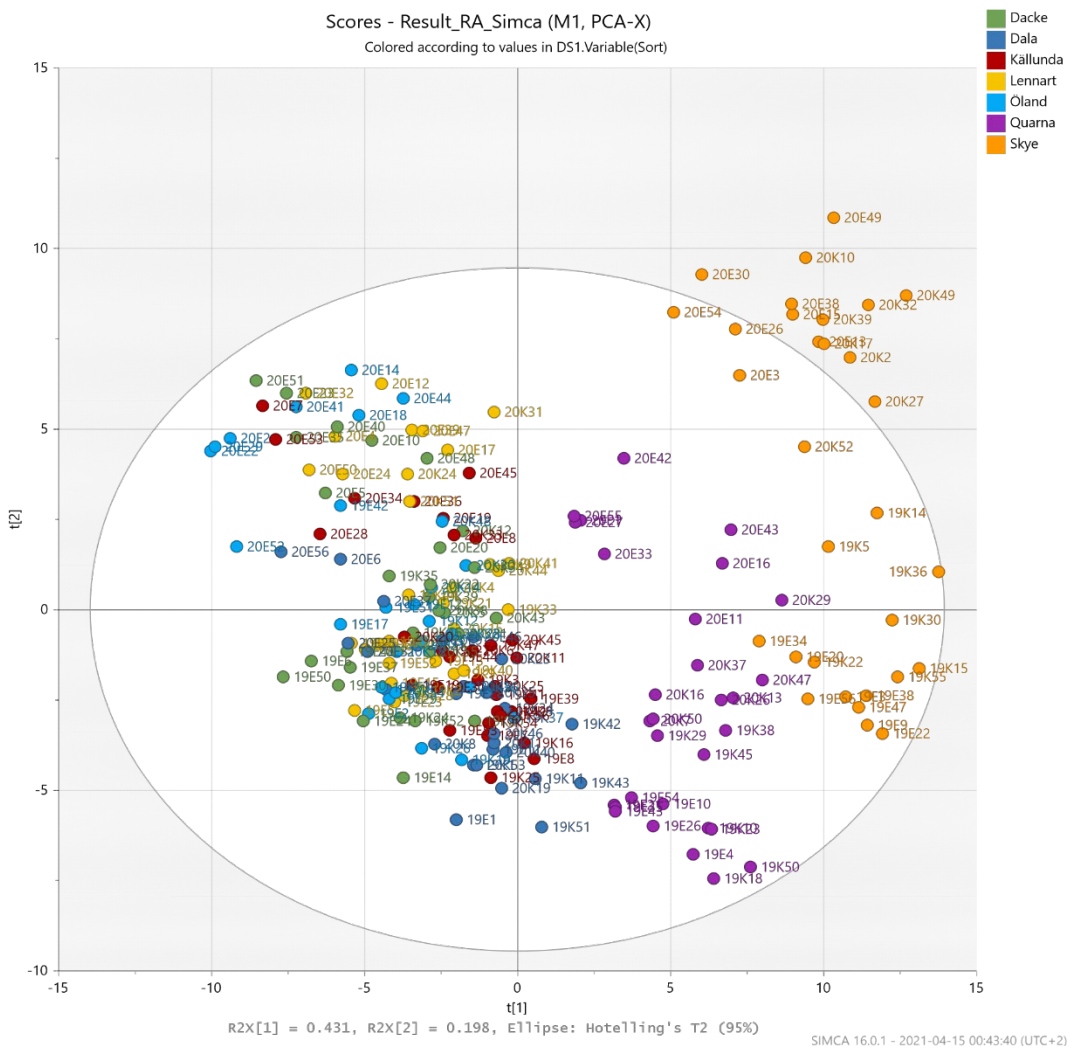
ANOVA- analyser gjordes i programmet Minitab (Minitab 2019). Den statistiska modellen kördes för responsvariablerna volym och rundhet. Mixed Effects Model användes för denna analys (Minitab 2019). De fixa faktorerna som användes var sort, det är de sju sorterna; gödselgiva, det är A som inte fått någon giva och B som fått ca 100kg N/ha som rötrest; försök som är en sammanslagning av odlingsår och odlingsplats och har fyra nivåer. Faktorn försök skapades dels för att göra den statistiska analysen enklare med färre fixa faktorer, vilket ger färre samspel, dels för att målet var att undersöka om miljön hade betydelse för sorternas reaktion, inte för att skilja mellan platser och år. Som slumpmässiga faktorer

användes block och storruta, där block innehöll två gödslingsnivåer med samtliga sorter och storruta innehöll en gödslingsnivå med samtliga sorter. Detta betyder att varje block innehöll två storrutor.

# 3. Resultat

## 3.1. Fullständig principalkomponentanalys (PCA)

Sorterna Skye och Quarna skiljer sig mycket från de andra sorterna i PCA-analysen (figur 3). Detta är speciellt tydligt i den första principalkomponenten. Sorterna fördelar sig i tre tydliga kluster, där de äldre sorterna och Dacke hade mer likheter med varandra än vad de hade med Skye och Quarna, som båda tydligt går att urskilja.



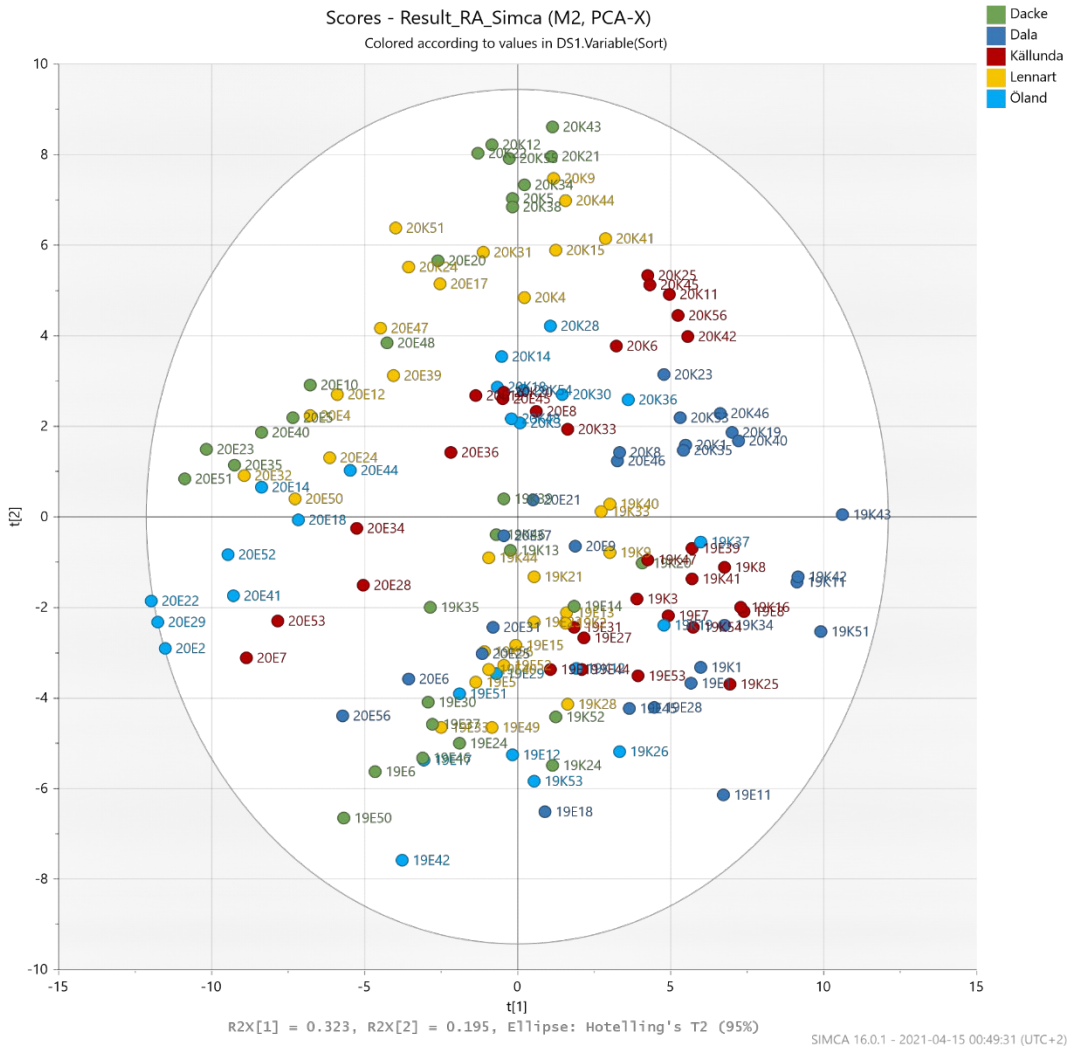
Figur 3 PCA över båda årens (2019 och 2020) prover från Ekhaga (E) och Krusenberg (K), färgkodad efter sort. Varje prick är ett prov och koden som står bredvid varje prick är respektive provs namn. T.ex. 20K16, där 20 står för året grödan odlades, K står för plats och 16 är provets nummer.

Skapad av Roger Andersson.



### 3.1.1. Principalkomponentanalys utan sorterna Skye och Quarna

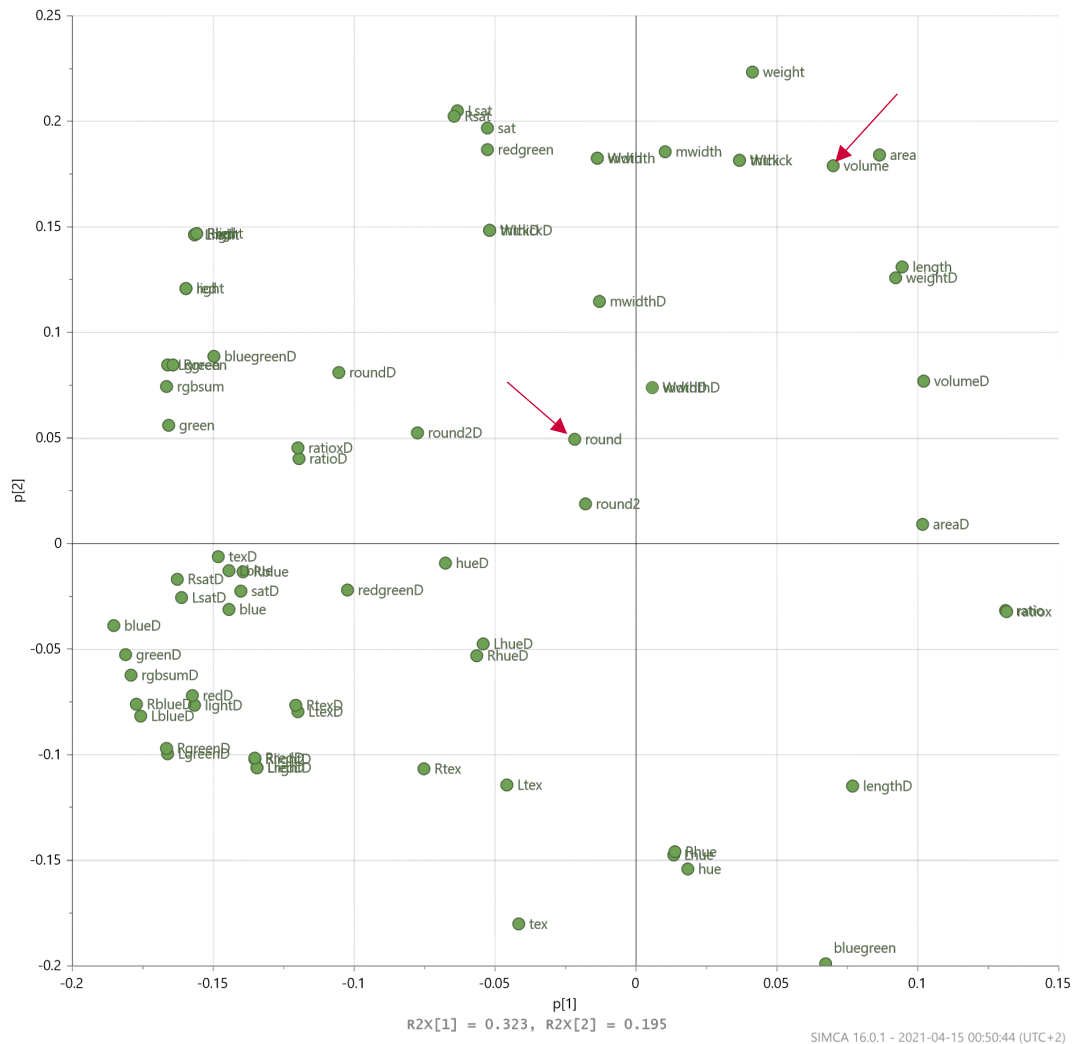
Figur 5 visar tydligare skillnader mellan de sorter som ingick i klustret som skiljde sig från Skye och Quarna. Det får en annan form där åren och platserna skiljer sig tydligare åt. Det är även tydligt hur Lennart och Dacke ligger nära varandra och så även Källunda och Öland. Dala står ut lite från de andra och drar nedåt åt höger.



Figur 5 PCA med färgkod över sorterna där sorterna som avvek från övriga (Skye och Quarna) har exkluderats. Varje prick är ett prov och koden som står bredvid varje prick är respektive provs namn. T.ex. 20K16, där 20 står för året provet odlades, K står för plats och 16 är provets nummer. Skapad av Roger Andersson



I figur 6 presenteras de responsvariabler som Cgrain Value var kalibrerad för som ingick i figur 5, dvs som bara inkluderar lantsorterna, de evolutionära sorterna och Dacke. Dessa variabler bestämde provernas position i figur 5. Röda pilar pekar på de responsvariabler vi har valt att använda i vidare analyser.



Figur 6 PCA-"karta", utan sorterna Skye och Quarna, över de olika responsvariablerna som är kalibrerade i Cgrain Value. Placeringen av de olika variablerna beror på hur de korrelerar med varandra. De röda pilarna visar vilka responsvariabler vi valt att gå vidare med i våra analyser. De variabler som har ett stort D i slutet av variabelnamnet är standardavvikelsen hos respektive responsvariabel.

Skapad av Roger Andersson

## 3.2. Signifikans av volym och form

I den här delen av resultatet kommer vi presentera de undersökta faktorernas påverkan på responsvariablerna volym och rundhet. Denna del inleds med att vi presenterar resultaten av variansanalysen (tabell 4).

Tabell 4 Test av fixa effekter, ANOVA MEM i Minitab. Alla p-värde under 0,05 betraktar vi som signifikanta. Effekten av faktorerna sort, sju olika vetesorter, gödselnivå utan och med tillförd gödsel (100kg N/ha som rötrest) och försök. Försök är en faktor med plats och år kombinerat.

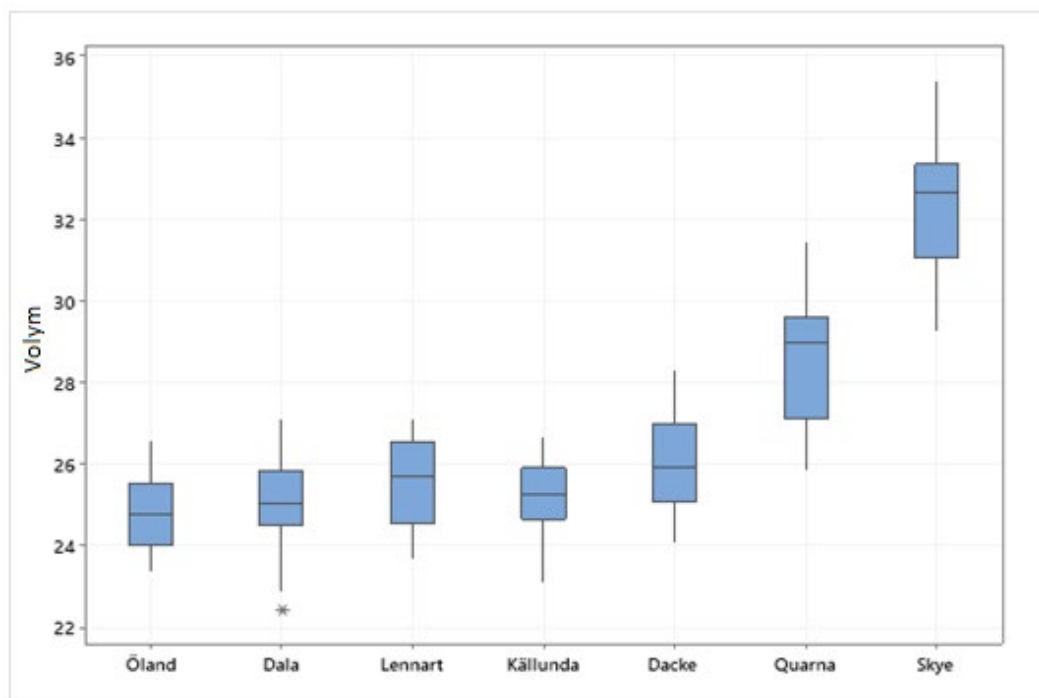
Term	DF Num	Volym		Rundhet	
		DF Den	P-Värde	DF Den	P-Värde
Gödselgiva	1	12,57	<0,001	12,92	0,838
Sort	6	129,93	<0,001	130,88	<0,001
Gödselgiva*Sort	6	129,95	0,222	131,13	0,042
Försök	3	11,94	<0,001	12,24	<0,001
Försök*Gödselgiva	3	12,54	0,002	12,78	0,012
Försök*Sort	18	129,76	<0,001	130,63	<0,001
Försök*Gödselgiva*Sort	18	129,77	0,036	130,84	0,249

Vi presenterar de faktorer och samspel som hade signifikant effekt i figurer (figur 7-13). De samspel som har ett P-värde högre än 0,05 betraktas inte som signifikanta och lyfts därför inte fram i resultatdelen. Vi ser i tabell 4 att t ex gödselgiva\*sort för volym inte är signifikant då det har ett värde på 0,222. Det visar att gödslingen inte påverkade sorterna signifikant olika när det gäller kärnornas volym. När det gäller rundhet och faktorn gödselgiva är p-värdet 0,838. Det innebär att gödselgivan med stor sannolikhet inte påverkat rundheten hos vetekärnorna. P-värdet innebär att det är 83,8 procent chans att den skillnad som beror på gödselgivan har inträffat av slumpen.

### 3.3. Volym

#### 3.3.1. Sort

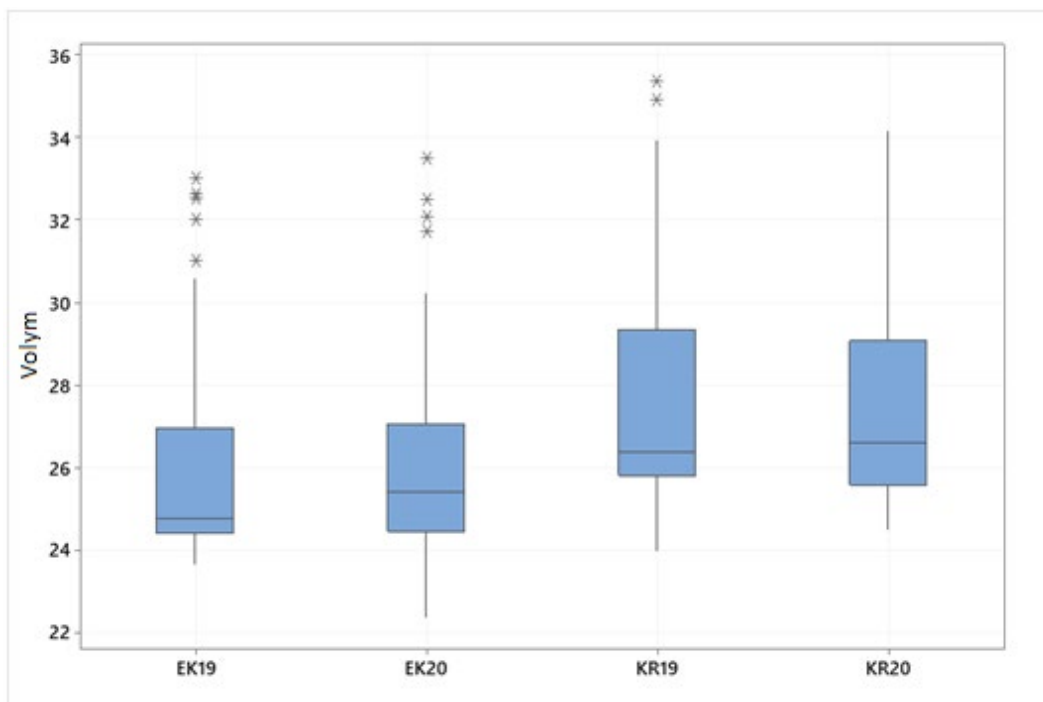
De moderna sorterna Skye och Quarna hade de största kärnorna, där Skye stack ut och hade ännu större kärnor än Quarna. De båda lantvetesorterna Ölandsvete och Dala lantvete hade de minsta kärnorna. I mittenskiktet fanns de båda evolutionära sorterna, Lennart och Källunda tillsammans med den äldsta moderna sorten Dacke. Sorterna i mittenskiktet hade marginellt större kärnor än de båda lantsorterna och var betydligt mindre än de moderna sorterna Skye och Quarna. Den största spridningen, i kärnvolum fanns inom sorterna Skye och Quarna.



Figur 7 Låddiagram för volym ( $\text{mm}^3$ ) beroende på sort. De blå lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de blå lådorna visar medianvärdet för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnan vid Dala är ett avvikande värde. I varje stapel för respektive sort ingår proverna fördelat på fyra försök från de två olika odlingsplatserna (Krusenberg & Ekhaga) de olika åren (2019 & 2020) samt de två olika gödslingsnivåerna.

### 3.3.2. Försök

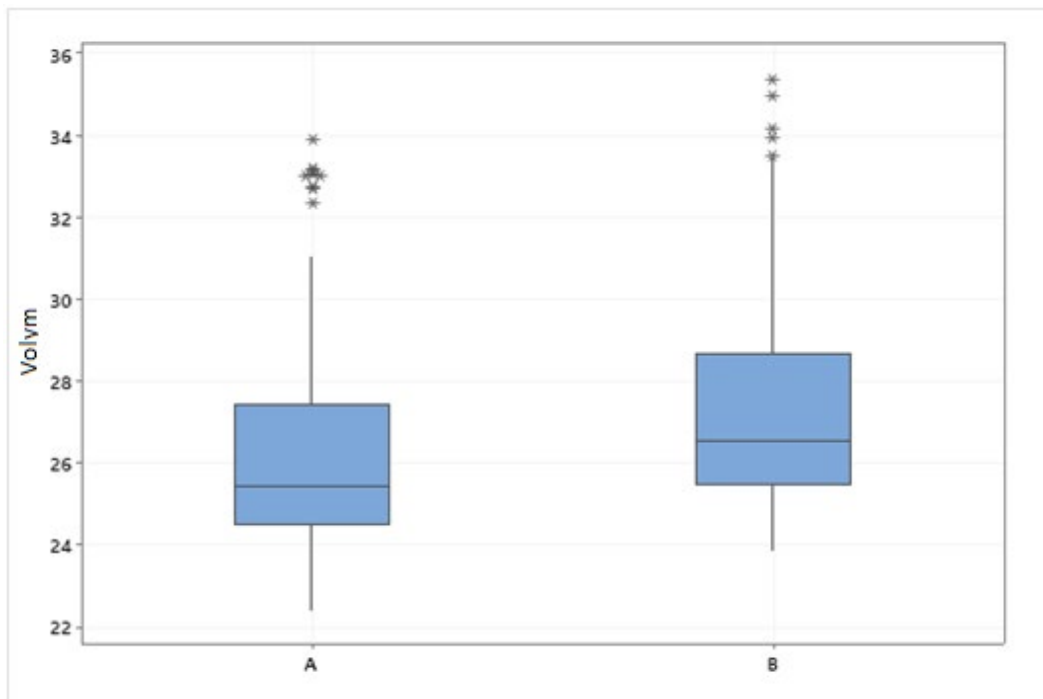
Låddiagrammet i figur 8 visar skillnaden i volymen mellan de olika försöken. Kärnorna från försök KR19 och KR20 var större än kärnorna från EK19 och EK20 ( $p < 0,001$ ). Spridningen i kärnvolum mellan proven från KR19 och KR20 var större än spridningen mellan proven från EK19 och EK20.



Figur 8 Låddiagram av kärnvolum ( $\text{mm}^3$ ) beroende på försök. EK = Ekhaga, KR = Krusenberg, 19 = 2019 och 20 = 2020. De blå lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de blå lådorna visar medianen för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnorna är avvikande värden. I varje stapel för respektive försök ingår provena av de sju olika vetesorterna med två olika gödslingsnivåer uppdelade på fyra försök.

### 3.3.3. Gödselgiva

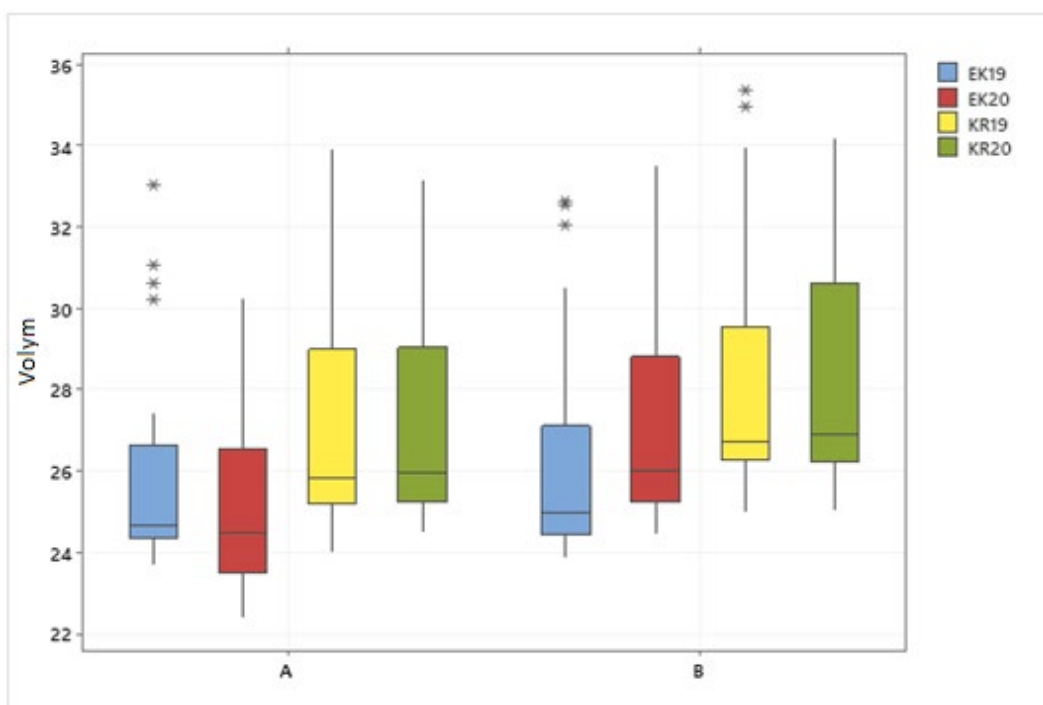
Låddiagrammet i figur 9 redovisar de olika gödslingsgivornas påverkan på kärnvolum. Vete som gödslats (B) hade generellt större kärnor än de som inte hade gödslats (A) ( $p < 0,001$ ).



Figur 9 Låddiagram som visar hur de olika gödselgivorna påverkar volymen ( $\text{mm}^3$ ) hos kärnorna. Gödsling A 0 kg N/ha och gödsling B ca 100 kg N/ha. De blå lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de blå lådorna visar medianen för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnorna är avvikande värden. För varje stapeln till respektive gödslingsgiva ingår det fyra försök med de sju olika vetesorterna odlade på två olika platser (Krusenberg & Ekhaga) under två olika år (2019 & 2020).

### 3.3.4. Samspel gödselgiva och försök

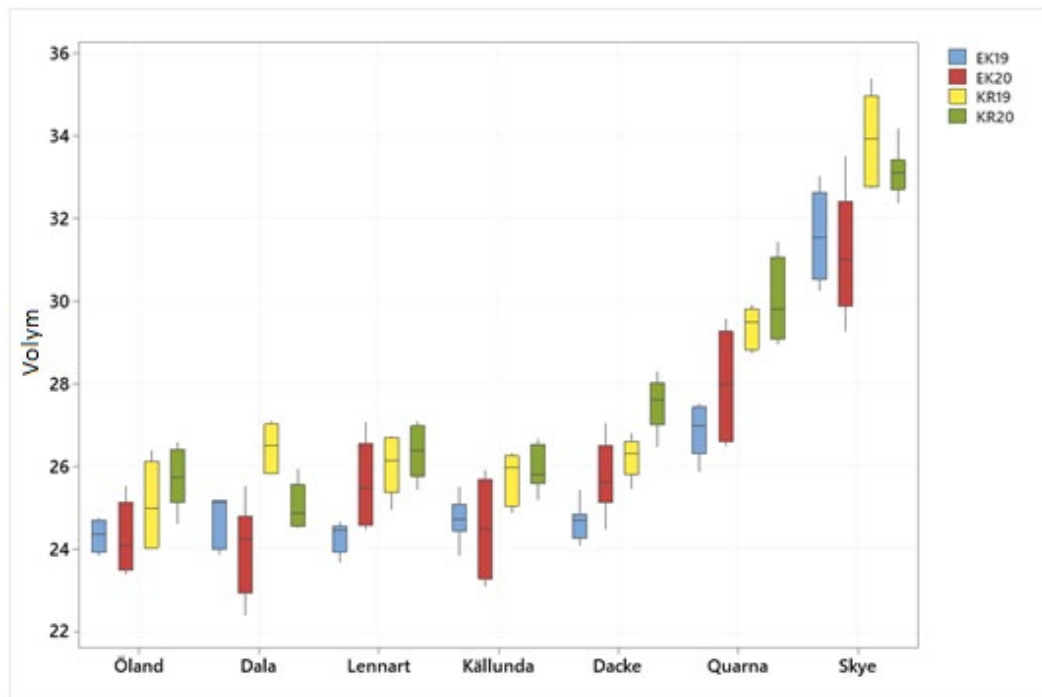
Samspelet mellan gödselgiva och försök ( $p = 0,002$ ) visar att gödselgivan har haft olika betydelse i olika försök (figur 10). Gödslingen orsakade större kärnor i försöket EK20, men hade liten effekt i övriga försök. Det förefaller även som att gödsling (B) resulterade i en större spridning av volymstorlekar i proven från Ekhaga, men inte från Krusenberg.



Figur 10 Låddiagram för samspelet mellan försök och gödselgiva och hur det påverkar volymen ( $\text{mm}^3$ ) på kärnorna. De färgade lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de färgade lådorna visar medianen för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnorna är avvikande värden. I varje stapel ingår proverna med de sju olika vetesorterna upprepade fyra gånger.

### 3.3.5. Samspel sort och försök

Samtliga sorters kärnvolymer var större på Krusenberg jämfört med Ekhaga (figur 11) ( $p < 0,001$ ). Ekhaga 2020 hade den största spridningen i kärnstorlek och det gäller för samtliga sorter.

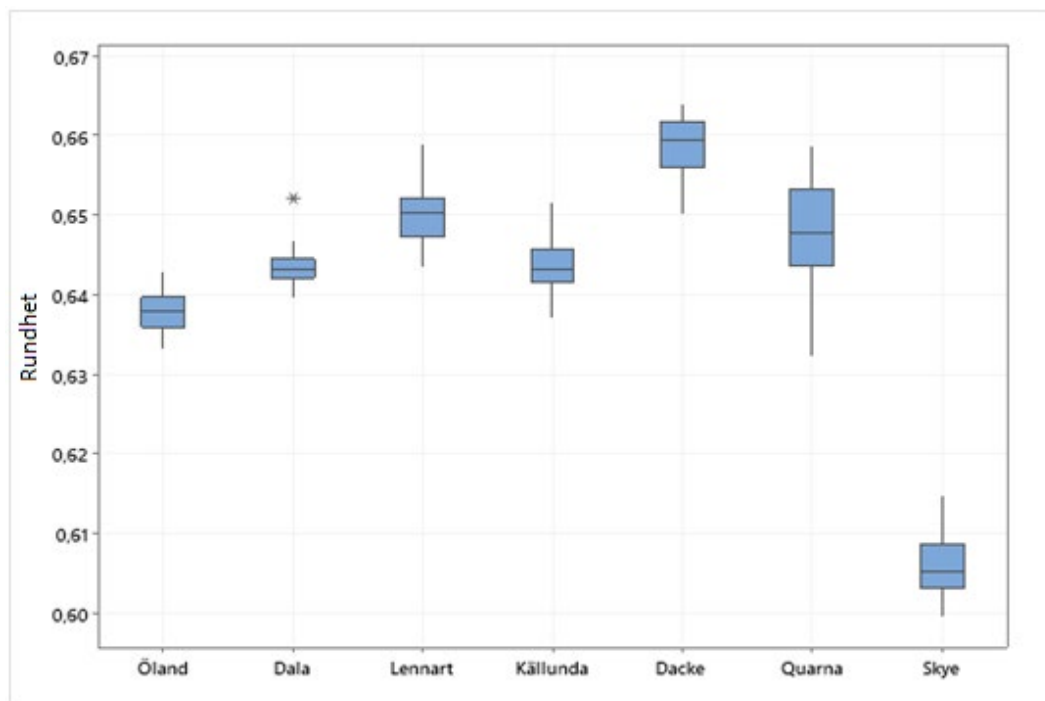


Figur 11 Låddiagram för samspelet mellan sort och försök och hur det påverkar kärnornas volym ( $\text{mm}^3$ ). De färgade lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, sträcket igenom de färgade lådorna visar medianen för varje sort. Sträcken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnorna är avvikande värden. För varje stapel ingår proverna för respektive sort och försök är det fyra upprepningar av sorten med två olika gödslingsnivåer.

## 3.4. Rundhet

### 3.4.1. Sort

Låddiagrammet i figur 12 visar de olika sorternas rundhet. Den moderna sorten Skye hade minst runda kärnor och var mer långsmal än de andra sorterna ( $p < 0,001$ ). Resterande sorter var ganska lika i rundhet, men Dacke hade något rundare kärnor än övriga sorter. Quarna hade den största spridningen i rundhet inom sort.

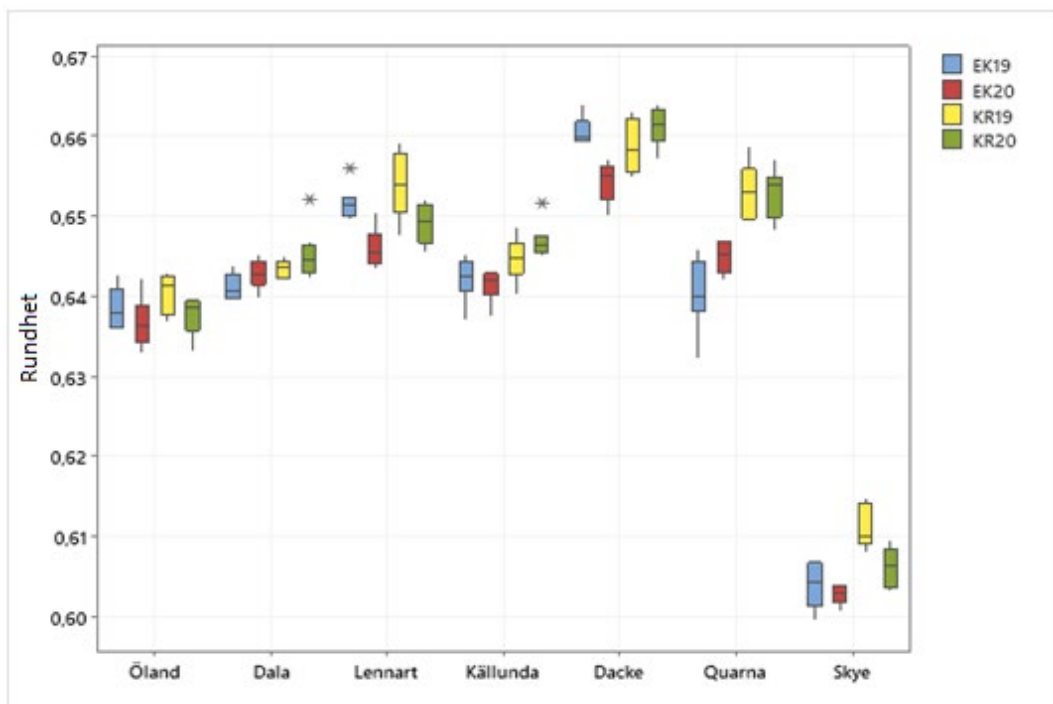


Figur 12 Låddiagram för de olika sorternas rundhet. De blå lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de blå lådorna visar medianen för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnan vid Dala är ett avvikande värde. I varje stapel ingår proverna för respektive sort ingår fyra försök från de två olika odlingsplatserna (Krusenberg & Ekhaga) de olika åren (2019 & 2020) samt de två olika gödslingsnivåerna.



### 3.4.2. Samspel sort och försök

Figur 13 visar kärnornas rundhet i varje försök och för varje sort ( $p < 0,001$ ). Kärnornas rundhet hos Quarna skiljde speciellt mycket mellan försöken. Även inom försöken var spridningen stor. För vissa sorter, till exempel Dala och Källunda, var skillnaden i rundhet mellan och inom försöken liten. Vi ser även här att samtliga sorter var rundare på försöken på Krusenberg än vad de var på Ekhaga.



Figur 13 Låddiagram för samspelet mellan sort och försök och hur det påverkar kärnornas rundhet. De färgade lådorna visar vilket intervall 50% av proven ligger inom, strecket igenom de färgade lådorna visar medianen för varje sort. Strecken ut från lådorna visar spridningen inom sorterna. Stjärnorna är avvikande värden. För varje stapel ingår proverna för respektive sort och försök är det fyra upprepningar av sorten med två olika gödslingsnivåer.

## 4. Diskussion

Många lantbrukare som odlar lantvetesorter har en bestämd uppfattning om att det finns storleks och utseendemässiga skillnader jämfört med moderna vetesorter (Ortman, personligt meddelande). Det finns ingen studie där kärnors storlek och utseende har jämförts på enskild kärnivå mellan vårvetesorter av olika ursprung. Detta gör vårt arbete unikt. Det är också den första studien där en Cgrain Value har använts för att analysera storleks och utseendemässiga skillnader hos olika vårvetesorter. Vårt resultat visar tydligt att de moderna sorterna generellt har större kärnor än lantvetesorterna och de evolutionära sorterna (figur 7). Vi kan också visa att den moderna sorten Skye har minst runda kärnor medan resterande sorter presterar ganska jämbördigt, men där ändå Dacke utmärker sig genom att ha något rundare kärnor. Dessa resultat stämmer relativt bra överens med observationen hos lantbrukarna där de uppfattar lantvetesorter som runda och småkorniga men det finns även moderna sorter med runda kärnor.

### 4.1. Gödslingens och miljöns effekter på kärnvolymer

Vårvetes kärnvolymer ser ut att påverkas av flera faktorer. Den viktigaste faktorn enligt våra är sorten. De moderna sorterna Skye och Quarna hade stora kärnor och de skiljde sig mycket från lantsorterna (figur 7). Varför lantsorterna hade mindre kärnor än Quarna och Skye kan bero på en vildtyps-allel i genen NAM-B1 som de flesta av de riktigt gamla sorterna i Sverige har. Denna Allel gör att grödan har fler småax på axet, får en tidigare blomning och snabbare mognad (Asplund et al. 2013). Dessa egenskaper skulle kunna göra att kärnvolymer hos lantsorter är mindre än moderna sorter, då moderna sorter saknar denna vildtyps-allel (ibid). Däremot skiljde den moderna sorten Dacke inte mycket från lantsorterna i kärnvolymer även om den saknar vildtyps-allelen. Det här skulle kunna bero på att Dacke har en hög

proteinhalt som kan resultera i små kärnor. Asplund et.al. (2014) skriver att det finns ett samband mellan hög proteinhalt och låg stärkelsehalt. Den låga stärkelsehalten kan vara anledningen till att Dacke får mindre kärnor. Något som säger emot detta är att Quarna har en väldigt hög proteinhalt (Hagman & Halling 2020) men Quarnas proteinhalt beror förmodligen till stor del på att Quarna har en väldigt låg avkastning, vilket också kan resultera i hög proteinhalt. Att Dacke är mer lik lantsorterna i flera av responsvariablerna i detta försök syns även i PCAn (figur 3) där den ingår i klustret tillsammans med lantsorterna. Detta kan bero på att Dacke är en gammal sort och liknar de äldre sorterna mer än vad Quarna och Skye gör.

Anmärkningsvärt i figur 7 är att det är större spridning inom sorten för de moderna sorterna än för lantsorterna och de evolutionära sorterna. Det hade kunnat antas att de moderna sorterna skulle vara mer stabila inom sorten och leverera en jämnare storleksfördelning medan lantsorterna, med sin genetiska diversitet (Villa et al. 2005), skulle ha större skillnader vad gäller kärnvolymer inom sort. Då lantsorterna har en vildtyps-allel på genen NAM-B1 som ger fler småax (Asplund et al. 2013) så borde det orsaka en större variation av kärnvolymer då kärnvolymer minskar ju längre ut småaxen sitter på axen (Bergkvist, personligt meddelande). Däremot så verkar den här vildtyps-allelen göra att kärnvolymsfördelningen blir mer jämn, då allelen gör att kärnorna blir lättare och att grödan når blomning tidigare och mognar snabbare (Asplund et al. 2013). Detta skulle kunna göra att kärnorna mognar mer jämnt och därmed fylls mer jämnt. Men det här har inte varit huvudområdet inom ramen för vårt arbete och behöver därför mer forskning för att vi ska veta varför.

Att gödsel påverkar växtlighet positivt och ökar avkastningen hos en gröda är allmänt känt. Men i vårt experiment har kärnvolymer inte påverkats mycket av gödsling. Utan tillsatt gödsel, var medianen för kärnvolymer strax över 25 mm<sup>3</sup> medan den med gödsling hade en median på nästan 27 mm<sup>3</sup> (figur 9). Kärnfyllnaden påverkas inte direkt av gödslingen utan påverkas via samspel med beståndsuppbyggnad, temperatur och vattentillgång (Nyiraneza et al. 2012). Kärnvolymer skiljde inte mycket mellan åren, vilket kan bero på att väderleken var relativt lika under kärnfyllnadsperioden utan anmärkningsvärda värmeböljor som

skulle kunna ha minskat kärnvolymer. Däremot skiljde storleken mellan försöksplatserna.

På Krusenberg, med den magrare jorden, som förväntades leverera mindre markkväve genererades det större kärnor både år 2019 och år 2020 för samtliga sorter och vid båda gödslingsnivåerna. Vad detta kan bero på har vi svårt att förklara men det kan vara påverkat av etableringen. Då en tunn etablering gör att det blir lägre konkurrens om växtnäringen, vilket kan resultera i att fler småax överlever och det bildas fler kärnor. Att fler småax överlever resulterar i genomsnittligt mindre kärnvolymer (Bergkvist, personligt meddelande). Då vi har försökt komma i kontakt med personen som är ansvarig för jordbearbetning på försöksplatserna och inte fått något svar har vi tyvärr inte lyckats få tag i data över etablering blir detta mest spekulativt. Då Ekhaga har en betydligt högre lerhalt kan det vara svårare med jordbearbetning och såbäddsberedning vilket kan resultera i att allt utsäde inte lyckats gro eller ta sig upp ur jorden och därmed sämre etablering. Detta skulle då kunna leda till att fler småax överlever och därmed kan det bli en genomsnittligt mindre kärnvolymer.

Om man slår ihop faktorerna gödselgiva och försök syns det hur respektive försök påverkades av de olika gödselgivorna (figur 10). Jämförs Ekhaga-försöken mellan de två olika gödselgivorna var det 2020 års försök som påverkats mest av gödselgivan. Ekhaga 2020 utan gödsling var kärnvolymerens median strax över  $24\text{mm}^3$ , medan den var  $26\text{mm}^3$  i det gödslade ledet. I Krusenberg var däremot skillnaden i median ungefär lika stor mellan de båda åren (figur 10). Då båda platserna ligger inom samma region och vädret kan inte skilja så mycket mellan platserna, däremot är alven i Ekhaga väldigt sur (tabell 1). Detta kan leda till att rötterna inte söker sig ned i alven då de inte tål lågt pH och växten utsätts för torkstress. För att hitta vatten under sommarmånaderna behöver rötterna leta sig djupt ner i marken för att hitta vatten (Wasson et al. 2012). Har inte växterna en god vattentillgång under kärnfyllnaden påverkas denne negativt och kärnorna blir mindre.

Skillnaden mellan de olika försöken var inte lika stor för lantsorterna och de evolutionära sorterna som det var för de moderna sorterna (figur 11). Detta kan visa

på att de studerade egenskaperna är mer stabila hos de äldre sorterna än hos de moderna sorterna.

## 4.2. Gödslingens och miljöns effekt på kärnornas form

Rundheten hos kärnorna är ganska lik hos majoriteten av sorterna. Mellan medianrundheten 0,63–0,66 hittar vi alla sorter utom Skye, som hade det lägsta värdet för rundhet med en median på strax under 0,61 (figur 12). Bland sorterna i intervallet mellan 0,63–0,66 hade Quarna den största spridningen av rundhet och har kärnor representerade i hela intervallet (figur 12). Anledningen till varför den moderna sorten Skye hade minst runda kärnor och varför de andra sorterna presterade olika med avseende på rundhet är svårt att förklara. Detta eftersom vi inte har någon studie som undersöker vad som påverkar vårvetet form och specifikt rundhet. Däremot ser det ut som att rundheten har en negativ korrelation med volymen (figur 4), det är dock en korrelation som inte är lika stor för lantsorterna och Dacke (figur 6) som den är för de moderna sorterna Quarna och Skye, där främst Skye påvisar en negativ korrelation (figur 4). Denna teori stärks även när figur 7 och figur 12 jämförs bredvid varandra, då de figurerna ser ut att vara varandras spegelbild. Något som säger emot denna teori däremot är att samtliga sorter var rundare på Krusenberget än vad de var på Ekhaga (figur 13). Då samtliga sorter hade större volym på Krusenberget (figur 11) så visar de på en bild av positiv korrelation just i det fallet.

Tittar man på samspelet mellan sort och försök för rundhet (figur 13) syns det att Öland och dala som är selekterade populationer visar på en liten spridning inom sorten och mellan försöken. Lennart och Källunda som är evolutionära sorter och har flera olika populationer beter sig olika. Lennart har en betydligt större spridning inom sorten och mellan försöken medan Källunda har mindre spridning både inom sorten och mellan försöken. De moderna sorterna varierar väldigt mycket i spridning både inom sorten och mellan försöken, där Quarna har en väldigt stor spridning medan Dacke och Skye har en mindre spridning (figur 13). Det verkar alltså inte finnas någon korrelation mellan om det är en modern vetesort eller

lantvete i hur de presterar i rundhet i de olika försöken. Men detta är något som vi känner att vi inte kan säga säkert och därför behövs mer forskning på området.

### 4.3. Felkällor

Vid beredning av proverna fanns det en viss risk att kärnorna inte var homogent fördelade i säcken och att kärnorna hade skiktat sig så att de små kärnorna hamnat högst upp och de stora hamnat längst ner. För att förebygga detta problem blandade vi om i säcken för att bli av med eventuell skiktning av kärnor. En felkälla kan vara att omblandningen i säcken med kärnor inte resulterade i en helt homogen och slumpmässig fördelning av kärnor, utan att den eventuella skiktningen fanns kvar och hade viss inverkan på resultatet.

En annan möjlig felkälla kan vara att kontrolleringen och borttagandet av vissa bilder inte blev helt korrekt. Samtliga bilder gick igenom för att plocka bort bilder på sönderslagna vetekärnor och ogräsfrön och det är möjligt att felbeslut tagits med tanke på det stora antalet bilder (500 000 stycken).

## 5. Slutsats

Volymen hos vetekärnor påverkar avkastning och mjölutbytet och därmed lantbrukarens ekonomi. Idag finns det en viss tveksamhet hos lantbrukare till att odla lantsorter eftersom de ger mindre skörd än moderna sorter och har en tendens till småkärnighet. Denna erfarenhet verkar stämma då Skye och Quarna hade större kärnor än övriga lantsorterna. Våra resultat visar att moderna sorter presterar större vad gäller volymen och verkar bli mindre runda än vad lantsorterna blir. Kärnornas rundhet verkar dessutom vara mer eller mindre negativt korrelerad med volym. Våra resultat pekar på att det inte är någon skillnad i rundhet och volym mellan lantsorter och moderna sorter vad gäller påverkan av gödsling. Det verkar även som att det är svårt som lantbrukare att påverka volymen och rundheten hos vete då kärnfyllnaden beror mycket på sort och miljö. Då gödselgivan har en mer indirekt påverkan och ger resultat om sort och miljö är gynnsamma för kärnvolym.

## Referenser

- 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. (Fuller, D. Q., ed.) *PLoS ONE*, 8 (3), e59704. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059704>
- Asplund, L., Bergkvist, G. & Weih, M. (2014). Proof of concept: nitrogen use efficiency of contrasting spring wheat varieties grown in greenhouse and field. *Plant and Soil*, 374 (1–2), 829–842. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1895-6>
- Bektas, H., Hohn, C.E. & Waines, J.G. (2016a). Root and shoot traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces and cultivars. *Euphytica*, 212 (2), 297–311. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1770-7>
- Bektas, H., Hohn, C.E. & Waines, J.G. (2016b). Root and shoot traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces and cultivars. *Euphytica*, 212 (2), 297–311. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1770-7>
- Breseghello, F. & Coelho, A.S.G. (2013). Traditional and Modern Plant Breeding Methods with Examples in Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (35), 8277–8286. <https://doi.org/10.1021/jf305531j>
- Cgrain AB (u.å). *Cgrain Value TM. Cgrain*. <https://www.cgrain.se/cgrain/attachment/cgrainvalueproductbrochure.pdf> [2021-05-10]
- Hagman, J. & Halling, M. (2020). *Sortval i ekologisk odling 2020. Sortförsök 2015-2019 i höstvetete, höstråg, höstrågvete, vårvete, vårkorn, harve, åkerböna och potatis*. (29). Uppsala: Växtproduktionsekologi.
- Jolliffe, I.T. (1990). PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS: A BEGINNER'S GUIDE - I. Introduction and application. *Weather*, 45 (10), 375–382. <https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1990.tb05558.x>
- Keleman, A., Hellin, J. & Flores, D. (2013). Diverse Varieties and Diverse Markets: Scale-related Maize “Profitability Crossover” in the Central Mexican Highlands. *Human Ecology*, 41 (5), 683–705. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9566-z>
- Lantmet (2020-10-13). *SLU*. <https://www.slu.se/fakulteter/nj/om-fakulteten/centrumbildningar-och-storreforskingsplattformar/faltforsk/vader/lantmet/> [2021-05-18]
- Leino Wiking, M. (2017). *Spannmål - Svenska lantsorter*. Stockholm: NORDISKA MUSEETS FÖRLAG.
- Lopes, M.S., El-Basyoni, I., Baenziger, P.S., Singh, S., Royo, C., Ozbek, K., Aktas, H., Ozer, E., Ozdemir, F., Manickavelu, A., Ban, T. & Vikram, P. (2015). Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3477–3486. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv122>
- Minitab (2019). *Overview for Mixed Effects Model. Minitab 18 support*. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling->



statistics/anova/how-to/mixed-effects-model/before-you-start/overview/  
[2021-05-06]

- 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), 48–55. <https://doi.org/10.1079/RAF200486>
- Murphy, K.M., Reeves, P.G. & Jones, S.S. (2008). Relationship between yield and mineral nutrient concentrations in historical and modern spring wheat cultivars. *Euphytica*, 163 (3), 381–390. <https://doi.org/10.1007/s10681-008-9681-x>
- Negri, V. (2003). Landraces in central Italy: where and why they are conserved and perspectives for their on-farm conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50, 871–885
- 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. In: Lichtfouse, E., Hamelin, M., Navarrete, M., & Debaeke, P. (eds.) *Sustainable Agriculture Volume 2*. Dordrecht: Springer Netherlands, 147–186. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_10)
- Nyiraneza, J., Cambouris, A.N., Ziadi, N., Tremblay, N. & Nolin, M.C. (2012). Spring Wheat Yield and Quality Related to Soil Texture and Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal*, 104 (3), 589–599. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0342>
- Priyadarshan, P.M. (2019). Introduction to Plant Breeding. *PLANT BREEDING: Classical to Modern*. Singapore: Springer Singapore, 3–33. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-7095-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-13-7095-3_1)
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K. & Tennant, D. (1990a). *Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean*
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K. & Tennant, D. (1990b). Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Plant and Soil*, 121 (1), 89–98. <https://doi.org/10.1007/BF00013101>
- Villa, T.C.C., Maxted, N., Scholten, M. & Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources*, 3 (3), 373–384. <https://doi.org/10.1079/PGR200591>
- Waines, J.G. & Ehdaie, B. (2007). *Domestication and Crop Physiology: Roots of Green-Revolution Wheat*
- Wasson, A.P., Richards, R.A., Chatrath, R., Misra, S.C., Prasad, S.V.S., Rebetzke, G.J., Kirkegaard, J.A., Christopher, J. & Watt, M. (2012). Traits and selection strategies to improve root systems and water uptake in water-limited wheat crops. *Journal of Experimental Botany*, 63 (9), 3485–3498. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers111>
- Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergård, H. & Lammerts van Bueren, E.T. (2008). Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, 163 (3), 323–346. <https://doi.org/10.1007/s10681-008-9690-9>
- Wolfe, M.S. & Ceccarelli, S. (2020). The increased use of diversity in cereal cropping requires more descriptive precision. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (11), 4119–4123. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9906>

# Tack

Vi skulle först och främst vilja rikta ett stort tack till våra handledare Göran och Tove som har hjälpt oss med detta arbete och stått ut med alla våra frågor. Vi skulle även vilja tacka Nina och Anders på Cgrain för att vi har fått använda instrumentet Cgrain Value, utan den hade det här arbetet inte gått att genomföra då vi hade behövt titta på varje kärna enskilt och anteckna vad vi såg. Vi vill även tacka för era snabba svar så fort vi har haft några frågor angående instrumentet eller de resultat som vi har fått. Till sist skulle vi vilja rikta ett tack till Roger och Johannes. Roger för att han sammanställde all data och förde in i Minitab samt utförde PCA-analysen åt oss, Johannes för all hjälp med den statistiska modellen och våra frågor angående hur Minitab fungerar.