

## Utveckling och tillväxt av olika höstrapsorter på hösten

Growth and development of winter oilseed rape varieties  
during autumn

*Nils Wiklund*



Institutionen för växtproduktionsekologi  
Självständigt arbete i biologi • 30 hp • Nivå A1E  
Agronomprogrammet mark/växt  
Uppsala 2015

# Utveckling och tillväxt av olika höstrapssorter på hösten

Growth and development of winter oilseed rape varieties during autumn

*Nils Wiklund*

**Handledare:** Anneli Lundkvist, Sveriges Lantbruksuniversitet,  
Institutionen för växtproduktionsekologi  
Maria Kaliff Stenberg, Lantmännen Lantbruk

**Examinator:** Paula Persson, Sveriges Lantbruksuniversitet,  
Institutionen för växtproduktionsekologi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A1E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi - magisterarbete

**Kurskod:** EX0732

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet mark/växt

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2015

**Omslagsbild:** Nils Wiklund

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

**Nyckelord:** höstraps, förädlingsätt, höstrapssorter, temperatursumma, Ogura, MSL, Safecross, Semidvärghybrid

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för växtproduktionsekologi

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Raps är en oljeväxtgröda som odlats i Sverige under mer än 250 år. Idag har grödan större betydelse än på många år då efterfrågan av raps till livsmedel och drivmedel ökar. Det finns två olika rapstyper, (i) vårraps som sås på våren och skördas på hösten och (ii) höstraps som sås på hösten, övervintrar och sedan skördas hösten därpå. Vidare finns det flera sorter av vår- respektive höstraps som exempelvis kan ha lite olika växtsätt. Genom att det har blivit förbjudet att använda en viss typ av bekämpningsmedel (neonikotinoider) som skyddar vårrapsplantor mot skadegöraren jordloppor så vill fler lantbrukare odla höstraps istället. Det som begränsar odlingen av höstraps är dock grödans förmåga att överleva vintern. För att klara vintern på bästa sätt bör rapsen sås vid en tidpunkt så att den hinner utveckla lagom många blad innan tillväxten avstannar på hösten. Eftersom klimatet varierar rätt mycket beroende på var man befinner sig i Sverige så kommer även lämplig såtidpunkt att variera. För att studera olika höstrapsarters tillväxt på hösten gjordes en fältstudie under september - oktober 2014. Sju sorter ingick i studien: SY Carlo, Mascara, Inuit, Avatar, Exstorm, Troy och PR44D06. Dessa sorter hade tagits fram genom fyra olika förädlingsätt (hybridtekniker): Ogura, Semi-dvärghybrider, MSL och Safecross. Det gör att sorterna exempelvis kan skilja sig åt i hur de tillväxer under säsongen. Studien genomfördes i redan utlagda sortförsök där man studerar olika sorters avkastning. Försöken var placerade på fyra gårdar i västra Östergötland (Axstad Mellangård, Huvudstad, Kölbäck och Tornby). I varje försök markerades 14 plantor/sort. Vid fem tillfällen räknades antal gröna blad på varje enskild planta och nederbördens mättes på varje plats. I mitten av oktober, när tillväxten hade avtagit gjordes en slutbedömning av plantornas tillväxt. Plantornas höjd mättes, totalt antal blad/planta räknades och antal plantor/m<sup>2</sup> skattades. Sedan grävdes plantorna upp och togs in på labb. De tvättades rena och mätningar gjordes av egenskaper man tror är viktiga för övervintring. Dessa var: tillväxtpunktens höjd (punkten som tillväxten sker ifrån), rothalsdiametern (övergången mellan ovanjordisk- och underjordisk biomassas tjocklek), rötternas längd och pålrotdiametern på 10 cm djup (pålrot kallas roten för). Därefter delades plantan i blad respektive rot. Blad och rötter vägdes och analyserades på innehåll av kväve och kol. Datamaterialet analyserades både med avseende på sorter och hybridssystem. Resultaten visade att det fanns skillnader i antal gröna blad mellan sorterna vid tre av fem mättillfällen. Sorterna Inuit och Exstorm hade färre gröna blad jämfört med övriga sorter. Vid alla mätningstillfällen fanns det skillna-

der i antalet gröna blad mellan hybridssystemen. Vid första mätningen hade Ogura färre gröna blad än Semi-dvärghybrider och Safecross. Vid de senare mätningarna hade Ogura färre blad än alla övriga hybridssystem. Det fanns även skillnader mellan hybridssystemen när det gällde totalt antal blad/planta och höjd/planta. Ogura hade minst antal blad och Semi-dvärghybriderna hade lägst planthöjd. Vid beräkning av plantornas kväveupptag (kg/ha) så hittades skillnader mellan platserna. Grödan hade tagit upp 170 kg/ha på Tornby medan den bara tagit upp 46 kg/ha på Kölbäck trots att man gödslat med samma kvävemängd (60 kg/ha) på alla fyra platser. För att se vilken väderfaktor som hade störst effekt på tillväxten så studerades samband mellan tillväxt (totalt antal blad/planta respektive biomassa/planta) och temperatur respektive solinstrålning. För att skatta temperatureffekter så summerades antalet daggrader (°C) från rapsens uppkomst i augusti till slutmätning i oktober. Motsvarande beräkning gjordes för summa solinstrålning. Vid högre temperatursumma hade plantorna utvecklat fler blad och hade högre biomassa. Samband hittades även mellan summa solinstrålning och tillväxtpunktens höjd samt rothalsdiametern. En högre solinstrålning ökade tillväxtpunktens höjd och tjockleken på rothalsdiametern. Slutsatserna från studien är det finns skillnader i tillväxt på hösten mellan sorter och hybrid-system. Vidare varierar plantegenskapernas reaktion på temperatur och solinstrålning.

## Förord

Detta arbete har skrivits för att examineras till agronom inom inriktningen mark/växt vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Arbetet skrivs genom kursen Självständigt arbete i biologi- magisterarbete, som omfattar 30 högskolepoäng. Examensarbetet inkluderar både praktiska studier i fält, en resultatdel och en litteraturstudie. De praktiska fältstudierna genomfördes i tre regionala OS-försök, samt i ett av Lantmännens egna sortförsök. De fyra försöken var alla placerade i västra Östergötland.

Jag vill speciellt tacka min huvudhandledare forskare Anneli Lundkvist som arbetar på institutionen för växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala. Hennes mycket goda kunskap om vetenskaplig uppsatsskrivning har varit en ovärderlig hjälp, alla dagar i veckan. Ett stort tack riktas även till Maria Kaliff Stenberg, gruppleddare för Olje/Foder-avdelningen på Lantmännen Lantbruks förädlingsstation, som varit min biträdande handledare och mycket kunnig inom rapsodling och växtförädling. Jag vill även tacka agronom Albin Gunnarson, Sveriges Frö-och Oljeväxtodlare för att ha initierat frågeställningen till den här uppsatsen. Albin har god expertkunskap om raps och har haft ett gediget engagemang under både fältarbetet och uppsatsskrivningen. För att analysera datamaterialet på ett statistiskt korrekt sätt har jag fått värdefull guidning och hjälp av universitetslektor Johannes Forkman vid Fältforsk, SLU, Uppsala.

*Nils Wiklund*

Uppsala, maj 2015  
Agronom, mark & växt 2010.

## Sammanfattning

Vid sådd av höstraps är val av sort betydelsefullt för att öka chanserna för en säkrare övervintring och en högre skörd. Förståelsen av vilka egenskaper som påverkar och styr övervintringsförmåga och skördepotential blir alltmer viktig i takt med att grödan får större betydelse i det svenska jordbruket. För att jämföra utveckling och tillväxt hos höstrapsorter genomfördes en fältstudie under hösten 2014. I studien ingick sju hybrid sorter (SY Carlo, Mascara, Inuit, Avatar, Exstorm, Troy och PR44D06) som delvis har förädlats fram genom fyra hybridssystem (Ogura, Semi-dvärghybrider, MSL och Safecross). Fältstudien utfördes i fyra sortförsök i västra Östergötland (Axstad Mellangård, Huvudstad, Kölbäck och Tornby). I mitten av september valdes slumpmässigt sju plantor/sort med två upprepningar i varje försök. Plantorna märktes och graderades med avseende på antal aktiva (gröna) blad en gång i veckan fram till mitten av oktober. När tillväxten avtagit i mitten av oktober gjordes en slutgradering där höjd/planta, totalt antal aktiva blad/planta samt antal plantor/m<sup>2</sup> mättes. Sedan skördades fem av de sju plantorna. Efter detta mättes tillväxtpunktens höjd, rothalsdiameter, rotlängd, pålrotens diameter på 10 cm djup, blad- och rotbiomassa/planta. Analys gjordes av kväve- och kolinnehåll. Resultaten visade på skillnader i antalet aktiva blad mellan sorterna vid tre av fem graderingstillfällena. Sorterna Inuit och Exstorm hade färre aktiva blad jämfört med övriga sorter. Det fanns också skillnader mellan hybrid systemen vid alla graderingstillfällena där Ogura hade minst antal aktiva blad. Skillnader hittades även mellan hybrid systemen vad gäller totala antalet aktiva blad/planta och höjd/planta. Hybrid systemet Ogura hade minst totalt bladantal medan Semi-dvärghybriderna hade lägst planthöjd. Skillnader i plantornas kväveupptag (kg/ha) hittades mellan försöksplatserna. På Tornby hade rapsen tagit upp 170 kg N/ha medan den endast hade tagit upp drygt 46 kg/ha på Kölbäck. Samband hittades mellan temperatursumma och totalt antal blad respektive biomassa. Vid högre temperatursumma hade plantorna fler blad och större biomassa. Vidare hittades samband mellan summa solinstrålning och tillväxtpunktens höjd och rothalsdiameter. Vid högre solinstrålning var tjockleken på rothalsdiametern större och tillväxtpunkten låg högre. Slutsatserna från studien är att det fanns skillnader mellan både sorter och hybrid system, bland annat i antal blad och planthöjd. Vidare hittades skillnader i kväveupptag mellan försöksplatserna. Korrelationer mot temperatursumma och solinstrålning visade på samband med totalt bladantal, biomassa, tillväxtpunktens höjd och rothalsdiametern.



## Abstract

When sowing winter oilseed rape, the choice of variety is important for a safe overwintering and a higher yield. The understanding of which crop qualities affect and control overwintering ability and yield potential is becoming more important since the growing of winter oilseed rape has increased among Swedish farmers. During autumn 2014, a field study was performed where development and growth of seven hybrid varieties of winter oilseed rape (SY Carlo, Mascara, Inuit, Avatar, Exstorm, Troy, and PR44D06) were studied. The hybrid varieties originated from four different hybrid systems (Ogura, Semi-dwarf hybrids ('Dwarfs'), MSL, and Safecross). The field study was conducted in four variety trials in western Östergötland (Axstad Mellangård, Huvudstad, Kölbäck and Tornby). In the middle of September, seven plants per variety were randomly selected in two replicates in each experiment. The plants were marked and the number of active (green) leaves per plant was calculated. The number of active leaves/plant was estimated at five occasions until the middle of October when plant growth had decreased to a minimum due to low temperatures. Then the height of each plant, the number of leaves and number of plants/m<sup>2</sup> were estimated. Five of the seven plants were harvested, and the height of the growth point, root crown diameter, root length, and the taproot diameter at 10 cm depth were measured. Above- and below ground biomass/plant were estimated and analysis of nitrogen and carbon content in the plants were performed. The results showed significant differences in the number of active leaves between varieties at three of the five grading occasions. The varieties Inuit and Exstorm had fewer active leaves compared with the other varieties. There were also differences between the hybrid systems at all five grading occasions where Ogura had the lowest number of active leaves. Differences were also found between the hybrid systems in terms of total number of active leaves/plant and height/plant. Ogura had the lowest number of total number of active leaves and the 'Dwarfs' had the lowest plant height. Differences in nitrogen uptake (kg/ha) were found between the experimental sites. At Tornby, the biomass of the crop contained 170 kg nitrogen/ha, while the crop at Kölbäck only contained 46 kg nitrogen/ha. Relationship was found between temperature sum and total number of leaves and leaf biomass. At higher temperature sum, plants had developed more leaves and larger biomass. Furthermore, correlations were found between the amount of solar radiation and height of the growth point and root crown diameter. At higher insolation, the height of the growth point and the thickness of the root crown diameter increased.

The study concluded that there were differences between varieties and hybrid systems regarding number of leaves and plant height. There were also differences in nitrogen uptake between the experimental sites. Correlations were also found between temperature sum and insolation and number of leaves, biomass, growth point height, and thickness of root crown diameter.





# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar</b>	<b>11</b>
<b>1. Inledning</b>	<b>12</b>
<b>2. Syfte</b>	<b>12</b>
<b>3. Litteraturgenomgång</b>	<b>13</b>
3.1. Odling och användningsområden	13
3.2. Förfruktsvärde	14
3.3. Odlingskrav	14
3.4. Sortval	15
3.5. Utsädesmängd och radavstånd	15
3.6. Sådatum	16
3.7. Övervintringsförmåga	17
3.8. Vegetationsförutsättningar	18
3.9. Hybridgrödornas utveckling	18
3.9.1. Vad skiljer hybridssystemen åt?	19
3.9.2. INRA Ogura-systemet	20
3.9.3. MSL	20
3.9.4. Safecross	21
3.9.5. Dvärgväxt	21
<b>4. Material och metoder</b>	<b>22</b>
4.1. Fältförsök	22
4.2. Sådd och gödsling	22
4.3. Bekämpning av gräsgräs	23
4.4. Väderdata och markförhållanden	23
4.5. Mätningar i fält	23
4.6. Statistik	26
<b>5. Resultat</b>	<b>27</b>
5.1. Väderförhållanden	27
5.2. Bladutveckling under hösten	28
5.3. Plantskörd	30
5.3.1. Plantutveckling	31
5.3.2. Rothalsdiameter, rotlängd och rotdiameter på 10 cm djup	33
5.3.3. Biomassa och kväveinnehåll	34

<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>36</b>
6.1	Väderförhållanden	36
6.2	Bladutveckling under hösten	36
<b>7.</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>Referenslista</b>	<b>41</b>
8.1.	Muntliga källor	44
8.2.	Internetkällor	45



## Förkortningar

DNA	Deoxiribonukleinsyra
CMS	Cytoplasmisk hansterilitet
CO <sub>2</sub>	Koldioxid
DSV	Deutsche Saatveredelung AG
F <sub>1</sub>	Första generationen efter en korsning
F <sub>2</sub>	Andra generationen efter en korsning
GMS	Genetic male sterility
MJ	Megajoule
MSL	Male Sterility Lembke
NMS	Nuclear Male Sterility
NPK	Kväve, fosfor, kalium
NPZ	Norddeutsche Pflanzenzucht
OS	Oberoende Sortförsök
P-värde	Signifikansvärde
pH	Logaritmiskt mått på surhet
R <sup>2</sup>	Regressionsvärde
SCB	Statistiska Centralbyrån
SY	Syngenta
TS	Torrsubstans

# 1. Inledning

Höstraps är den vanligast odlade oljeväxtgrödan i Sverige följd av vårraps, oljelin, vårrybs och höstrybs. Höstraps är en intressant avbrottsgröda i jordbruksområden med stråsädesdominerade växtföljder. Med ökad efterfrågan av rapsfrövara till livsmedel och industriändamål har intresset för odlingen också ökat. Rapsodlingen begränsas dock i stor utsträckning av klimatförhållandena i landet. Eftersom förutsättningarna för övervintring ska vara så bra som möjligt bör rapsplantorna helst ha utvecklat åtta örtblad, åtta cm pålrot och en rothalsdiameter på åtta mm innan vintern. För att nå detta utvecklingsstadium bör man sträva efter att uppnå en temperatursumma på 450-500 daggrader mellan uppkomst och invintring. Temperatursumman beräknas genom att summera den del av dygnsmedeltemperaturen som överstiger bastemperaturen +5°C, det vill säga den temperatur när växterna fortsätter att utvecklas. Såtidpunkten avgörs därför av var i landet som höstrapsen odlas. Enligt klimatforskare förutspås klimatet bli varmare. Vegetationsperioden kommer att bli längre och höstraps kommer att kunna odlas allt längre norrut i landet. Genom att förutsättningarna för odlingen därmed förändras blir det viktigt att få bättre förståelse för olika sorters och hybrid-systems egenskaper, samt vilka klimatförutsättningar de reagerar på. Detta behövs för att kunna optimera sortval och såtidpunkt för att ge höstrapsen så goda förutsättningar som möjligt till en stor och lyckad skörd.

Denna uppsats består dels av en litteraturstudie som redogör för rapsens betydelse och förutsättningar samt innebörden av olika hybrid-system. Vidare presenteras resultat från en fältstudie i Östergötland där utveckling och tillväxt följdes hos olika rapssorter under hösten 2014.

# 2. Syfte

Syftet med examensarbetet var att studera olika höstraps-sorters höstutveckling i Östergötland. Sorterna delades sedan in i hybrid-system. Detta arbete har gjorts för att öka förståelsen av vilka förutsättningar som påverkar utvecklingen och kan ligga till grund för övervintringen av höstraps samt om det skiljer mellan sorter eller hybrid-system.

## 3. Litteraturgenomgång

### 3.1. Odling och användningsområden

Raps är den vanligast odlade oljeväxtgrödan i Sverige. Rapsgrödan tillhör familjen *Brassicaceae* och har det latinska namnet *Brassica napus L. var. oleifera Metzger*. Inom släktet *Brassica* finns 30-35 arter vilka alla tillhör kålväxter eller krusiferer (Fogelfors 2001).

Raps började odlas i västra Europas kusttrakter under bronsåldern (ca 2200 f. Kr.) men rapsodlingen kom till Sverige först i mitten av 1700-talet. Carl von Linné skrev exempelvis i den svenska floran att ”Raps sås till oljepresning” (Linné, 1755). Under mitten av 1800-talet ökade svensk rapsodling snabbt på grund av ökad efterfrågan av raps till produktion av lys- och smörjoljor. Vid sekelskiftet 1900 minskade rapsodlingen i Sverige beroende på ökad konkurrens från mineraloljor samt problem att hantera insektsangrepp (Fogelfors, 2001).

Odlingen av raps startade i Skåne och odlades nästan uteslutande där fram till andra världskriget. Efter krigsutbrottet ökade odlingen av höstraps eftersom Sverige behövde tillgång till vegetabilisk olja och proteinrikt fodermjöl. När kriget var över blev lönsamheten i svensk rapsodling mycket god. Det gjorde att lantbrukarna odlade mycket raps och att den återkom ofta i växtföljden. Genom detta fick man så småningom stora problem med växtföljdssjukdomar, som bomullsmögel och klumprotsjuka. Av detta lärde man sig att raps inte bör odlas oftare än vart 5-6 år i växtföljden (Fogelfors, 2001).

Sedan andra världskriget har odlingen av raps varit viktig för det svenska jordbruket. Odlingsarealen har dock varierat över tiden. På 1960–70-talen låg odlingen på cirka 180 000 ha för att minska ned mot 40 000 ha i mitten av 1990-talet. Anledningen till den starka minskningen var att EU tog bort prisstödet för odling av raps. Odlingen blev då olönsam. Prisstödet togs bort eftersom det ansågs missgynna Amerikas export av rapsolja (canola) till EU. Under andra halvan av 2000-talet ökade rapsarealen till en areal större än vad den var innan EU slopade prisstödet på raps.

Hösten 2014 såddes 87 000 hektar höstraps. Det var en ökning med 20 % jämfört med femårssnittet (Jordbruksverket, 2014, internet). Medelskördarna har ökat från 2200 kg/ha år 1965 upp till 3300 kg/ha idag (SCB, 2015, internet).

För att höstrapsodlingen ska öka i omfattning ställs krav på att få tillgång till sorter som är säkrare att odla och som ger högre avkastning. I mellersta Sverige krävs sorter med förbättrad övervintringsförmåga. Egenskaper som anses viktiga för en bra övervintringsförmåga är stor rothalsdiameter och lågt placerad tillväxtpunkt (Albin Gunnarson, b, muntlig kommunikation).

Användningsområdet för raps har vidgats från mat- och lysolja till framställande av margarin, färdigmat, friterad mat och potatischips (Ackman, 1983; Fogelfors,

2001). Anledningen till att livsmedelsindustrin använder rapsolja i sin produktion beror bland annat på att man utvecklat ett sätt att upphetta rapsolja till 170°C utan att hälsovådliga transfetter bildas. Transfetter bildas i större utsträckning i olja baserad på soja- och palmolja (Hansén & Pettersson, 2008). Under senare år, i takt med att drivmedelspriserna stigit har ytterligare ett användningsområde för raps uppkommit. Biodiesel (RME, rapsmetylester) är ett drivmedel som består av alkylestrar. Det vanligaste är att RME blandas med petroleumbaserad diesel för att minska på koldioxidutsläppen (Golovitchev & Yang, 2009). Bland annat vid framställning av RME får man kvar en så kallad rapskaka. Det är den delen av rapsfröet som blir över när oljan pressats ut ur fröet. Rapskakan används som ett proteinrikt djurfoder (Sonessen, 1993).

### 3.2. Förfruktsvärde

Med ökade krav på avbrottsgrödor och ökad kunskap om betydelsen av varierad växtföljd har höst- och vårraps blivit viktiga grödor för många odlingsområden i Sverige. Rapsens förfruktseffekt till höstvetete har uppmärksammats mer och mer, speciellt i stråsådesdominerade områden. Rapsgrödan drabbas av andra sjukdomar än vad stråsåd gör. Vid odling av raps saknas värdväxter för sjukdomsorganismer som attackerar stråsåd. Det gör att raps "sanerar" marken mot stråsådens rotsjukdomar (Blomqvist, 2007). Vid lägre sjukdomstryck på stråsådesgrödan finns det större möjligheter för en högre skörd av vetet som i många fall odlas året efter raps (Olofsson & Wallgren, 1984).

Rapsplantans blad omsätts ungefär 2-3 gånger under dess levnad. Det innebär att delar av det kväve som byggs in i plantan förloras genom att bladen tappas (Snapp *et al.*, 2005). Ungefär 100 kg kväve per hektar går förlorat på detta sätt. Restkvävet i de tappade bladen finns dock kvar till grödan som odlas året efter och ger delvis svar på de positiva förfruktseffekterna av raps (Little *et al.*, 2004; Dresbøll & Thorup-Kristensen, 2014).

Utöver de ovan nämnda mervärdena ger en rapsgröda bland annat högre kväveminerialisering på både höst-och vår, samt att jorden får stabilare aggregat med fler makroporer (Blomqvist, 2007; Williams & Weil, 2004).

### 3.3. Odlingskrav

Höstraps trivs på de flesta jordar men ställer ganska höga krav på jordens struktur. Raps vill gärna ha en lucker jord med god struktur och väl fungerande dränering där tillgången av vatten och syre är god (Wallenhammar, 2008). Är jorden hårt packad klarar inte pålrötterna av att söka sig ner i profilen utan böjer sig och bli grunda. Det kan innebära att rapsplantan får minskad tillgång på vatten och växtnäring. pH bör vara mellan pH 5,5-8. Vidare behöver raps sås grunt (cirka 2 cm)



samtidigt som rapsfröet behöver en fuktig såbotten med en fördelaktig jordtemperatur (Granstedt, 1995; Fogelfors, 2001).

### 3.4. Sortval

Höstrapsorter tillväxer med mycket olika hastigheter. Beroende av vilka förutsättningar som ges vid sådd av raps bör sortens egenskaper beaktas. Anledningen till att sorterna har olika egenskaper beror på att DNA-uppsättningen varierar. Sorterna reagerar enligt samma mönster år från år oberoende av om hösten blir varm eller kall. En snabb sort växer alltid snabbt och en långsam sort växer alltid långsamt. Har man gott om tid att så höstraps efter t, ex höstkorn skall man så en rapsort lämpad för tidig sådd. Då det är ont om tid på hösten skall en sort som tillväxer snabbt sås. Man skall alltid välja den sort där man får ut maximal skördepotential. En snabbväxande sort har per definition inte högre skördepotential än en långsammare sort (Blomkvist, 2010).

Det är med andra ord grundläggande för skördeutvecklingen att undersöka vilka faktorer som betyder mest för den enskilda sorten eftersom maximal skördepotential alltid bör eftersträvas (Svensk raps AB, a, 2015, internet).

### 3.5. Utsädesmängd och radavstånd

Utsädesmängden som används vid sådd av höstraps varierar beroende av såtidpunkt, etableringsmetod och radavstånd. Vanligtvis är 35-60 frön/m<sup>2</sup> lämpligt vid sådd av en hybridsort, se vidare stycke 3.9 "Hybridrapsens utveckling" (Frauen, 1996; Odlå, 2013). För att få en fullgod skörd av hybridraps räcker det i princip med att ett tiotal plantor per m<sup>2</sup>. Plantorna måste dock finnas jämnt fördelade över ytan vid skörd (Frauen, 1996). Om en linjesort sås anses ett lagom plantantal på hösten i ett höstrapsfält vara 60-100 plantor/m<sup>2</sup> (Makowski *et al.*, 1985; Mrowczynski *et al.*, 1994).

Det är viktigt att fröna fördelas så jämnt som möjligt över markytan så att alla frön får samma förutsättningar (Lyhagen, 2001). Dåliga förutsättningar i såbädden, grovt bruk eller mycket halm kan inte kompenseras med höjd utsädesmängd (Fogelfors, 2001).

Sås beståndet med för hög utsädesmängd missgynnas varje enskild planta. Den plantan som får mest solljus får högre kompensationspotential. Följden av den intraspecifika konkurrensen mellan rapsplantorna blir att de plantor som får mest solljus sträcker på sig och då flyttas även tillväxtpunkten upp. Plantan växer med andra ord på höjden istället för på bredden. Ju högre upp tillväxtpunkten flyttas på plantan, ju känsligare blir den mot kyla och ökar då benägenheten att den fryser bort (Gunnarson, 2013).

Användning av ett radavstånd på 25 eller 50 cm kan vara fördelaktigt jämfört med 12,5 cm, speciellt vid tidig sådd av höstraps. Det beror på att plantan får mer ut-

rymme att sträcka sig i sidled vid ett bredare radavstånd jämfört med ett smalare radavstånd vilket minskar risken att tillväxtpunkten flyttas upp (Gunnarson, 2013). Enligt Henrik Clason (muntlig kommunikation) är dvärghybrider lämpliga att så tidigt med ett brett radavstånd i och med att plantan inte sträcker sig på samma sätt som en vanlig hybridsort, se vidare stycke 3.9. ”Hybridrapsens utveckling”. Dvärghybridens tillväxtpunkt skjuter inte i höjden utan stannar kvar på en höjd av cirka 20 mm trots ett högt antal daggrader. Nackdelen med dvärghybrider är att vid en mild vinter avkastar inte dvärghybriderna lika mycket som vanliga hybrider (Henrik Clason, muntlig kommunikation). Bland de sorter som inte är dvärghybrider rekommenderas att tillväxtpunkten inte sitter högre upp än 30 mm ovanför marken då den riskerar att frysa bort (Cramer, 1990; Makowski, 1990; Topinka *et al.*, 1991).

Kraftiga plantor har en högre kompensationspotential än vad små plantor har (Gunnarson, 2013). Med kraftiga plantor menas de plantor som uppnått utvecklingsstadiet 8-8-8 innan invintring. Stadiet 8-8-8 innebär att plantan har 8 örtblad, 8 cm pålrot och en rothalsdiameter på 8 mm (Lyhagen, 2001; Cramer, 1990; Makowski, 1990). En rapsplanta når detta stadium efter cirka 500 daggrader och då bedöms den vara konkurrenskraftig och väl förberedd för vintern (Gunnarson, 2013). Även studier gjorda i Estland visar på att höstraps bör ha 7-8 blad vid invintring för att plantan ska ha goda förutsättningar för övervintring och ge hög avkastning (Lääniste, 2008).

### 3.6. Sådatum

Höstraps kan endast odlas i en begränsad del av Sverige. Risken att höstrapsen skall frysa bort under vintern är stor i norra Svealand. Ju längre söderut man kommer, desto säkrare blir odlingen vad gäller övervintring. För att ge rapsen så goda förutsättningar som möjligt bör höstrapsen inte sås senare än i början av augusti i Svealand. I sydligaste Götaland kan höstraps sås fram till 20 augusti och då fortfarande ha goda möjligheter att nå utvecklingsstadium 8-8-8 innan vintern (Fogelfors, 2001).

För att ge rapsplantan bästa möjliga start skall man sträva efter att uppnå 450-500 daggrader innan tillväxten avtar på hösten (Schulz, 1998). Om man sår rapsen så sent att inte mer än 300 daggrader uppnås, kan man sammanfattningsvis påstå att uppkomsttiden inte var optimal. Ges inte förutsättningarna med tillräckligt många daggrader kommer inte skörden nå de nivåer som det fanns potential till (Mendham *et al.*, 1981). Varje dygn efter optimal såtidpunkt sjunker skörden i genomsnitt med 45 kg per hektar och dygn. Oljehalten påverkas också med drygt 0,1 procentenheter vid varje förlorat dygn (Svensk raps AB, *a*, 2015, internet). Normalt sett brukar oljehalten i fröet ligga mellan 41-48% (Hu *et al.*, 2013).

### 3.7. Övervintringsförmåga

Rotutvecklingen är avgörande för rapsens övervintringsförmåga. En rot som fått god tid på sig att tillväxa växer sig djup och bildar mycket finrötter. En tidigt sådd rapsplanta kan med andra ord ta upp näringsämnen likt kväve från en större jordvolym än vad en liten planta kan (Sieling & Kage, 2007). I flera försök har det visat sig att ju mer kväve, eller övriga näringsämnen det finns i plantan, desto bättre övervintringsförmåga har den (Svensk raps AB, *a*, 2015, internet; Sierts *et al.*, 1987).

Rotutvecklingen på en höstrapsplanta är mycket viktig i och med att det är roten som försörjer hela växten med näring och vatten. Under augusti månad anses tillväxten av en rapsrot vara 3,5 cm per dygn. Under en vecka skulle det innebära en tillväxt av 24-25 cm av roten (Blomquist, 2014). Det har även gjorts studier i skillnader på pålrotens längdutveckling vid olika sådatum för en given jord. Vid en studie i Tyskland gjordes ett försök på en jord innehållande 20 % ler. Med tyska mått anses en sådd av raps den 19-20 augusti vara tidig. Normal sådd är mellan den 26-27 augusti, samt sen sådd är mellan den 2-3 september. Resultatet av denna studie visade att hybridsortens tillväxt av pålroten var anmärkningsvärt större än linjesorternas. Hybridsorterna var med andra ord bättre förberedda för vintern (Hofmann & Christen, 2007).

För att öka övervintringsförmågan hos höstraps kartlades rapsplantans utveckling under hösten i Litauen (Regional, *b*, 2015, internet). I studien var målet att undersöka hur tillväxten och övervintringen påverkas av faktorer som lufttemperatur, utsädesmängd, kväve och såtidpunkt. Det man kom fram till var att temperaturen, eller antalet daggrader var den mest begränsande faktorn för utveckling och tillväxt under hösten. Bladytan och torrvikten (TS) var starkt korrelerade med antalet daggrader. Enligt denna studie krävdes även minst 300 daggrader för att rapsplantorna skulle få någon noterbar effekt viktmissigt av det kväve som tillförts. Att såtidpunkt och planttäthet spelar roll för övervintringsförmågan stärks även av Dixon & Luthman (1987) samt Suliauskas & Malinauskas (2001).

Om rapsen sås för tidigt på hösten så att plantorna utsätts för mer än 500 daggrader kan man få problem med övervintringen, främst genom att tillväxtpunkten flyttas upp. Det är en avvägning hur många daggrader de olika höstrapsorterna tål (Svensk raps AB, *a*, 2015, internet; Schulz, 1998). Optimalt är om rapsens tillväxtpunkt inte sträcker sig högre än 30 mm ovanför marken vid invintring vilket blir följden då plantan får för många daggrader (Topinka *et al.*, 1991).

Vid odling av höstraps brukar 30-60 kg kväve ha<sup>-1</sup> tillföras på hösten för att säkerställa etablering och ge goda förutsättningar för övervintring samt ge ett fullgott plantbestånd (Sieling & Kage, 2007). Det är dock mycket viktigt att plantorna inte sträcker på sig, men plantorna ska vara kraftiga för att ha så bra överlevnad som möjligt (Topinka *et al.*, 1991; Szczygielski & Owczarek, 1988).

### 3.8. Vegetationsförutsättningar

Sverige är ett avlångt land där förutsättningarna för odling varierar kraftigt. Vegetationsperiod definieras genom en dygnsmedeltemperatur på över +5°C. Det innebär att växterna bedöms börja växa när medeltemperaturen är över +5°C (Clason & Granström 1992). Vegetationsperioden är som längst i sydvästra Skåne med 220-270 vegetationsdygn. Denna siffra avtar successivt ju längre norrut i landet man kommer. I mellersta Sverige har vegetationsperioden avtagit till 180-240 vegetationsdygn (SMHI, a, 2014, internet). I slutet av detta sekel väntas vegetationsperioden bli 30-100 dagar längre än vad statistiken för åren 1961-1990 visar. Längden på vegetationsperioden beror på vilket scenario som förutspås. Sannolikt förlängs vegetationsperioden med lika många dagar på hösten som på våren (SMHI, b, 2014, internet).

I de olika klimatscenarierna finns både positiva och negativa scenarier. Enligt Jordbruksverket kommer temperaturen att höjas ungefär en grad den kommande 25-årsperioden. En ökning av temperaturen innebär att CO<sub>2</sub> halterna ökar, vilket i sin tur kommer påverka avkastningspotentialen positivt med cirka fem procent. I och med att vegetationsperioden förväntas bli längre kommer möjligheten till att odla höstsådda grödor som raps att öka. Även om vegetationsperioden ökar kommer inte solinstrålningen att öka, vilket anses vara en påtagligt begränsande faktor för tillväxt av växter (Jordbruksverket, 2014, internet)

### 3.9. Hybridgrödornas utveckling

Människan har sedan man började odla grödor haft kunskap om att förhållandet mellan pollen och befruktningen av grödor hör ihop med bildandet av frukter, rapsfrö och spannmålskärnor.

Allteftersom jordbruket utvecklats har nya metoder för pollinering sökts i syfte att få fram grödor med nya mer önskvärda egenskaper. Under andra halvan av 1800-talet hade Darwin upptäckt att hansterilitet skulle kunna vara ett sätt att påverka nedärvningen hos växter. Det tog ungefär 50 år, till början av 1920-talet innan man lyckades förklara att hansterilitet kunde vara en följd av egenskaper hos cytoplasmiska gener (Shull, G. H. 1948). Cytoplasmisk hansterilitet (CMS) utnyttjades första gången i kommersiellt bruk av Jones- och Clarke 1943 genom hybridisering av lök. Det tog dock ungefär 30 år innan man hade tagit fram verktyg för att kunna undersöka detta på molekylär nivå.

Kunskapen om hur man reglerade fertiliteten hos växter i växtförädlingen hade funnits länge även om man inte hade lyckats förklara hur det fungerade. Reglering av fertiliteten i växtförädling upptäcktes och utnyttjades för över ett sekel sedan av Shull (1905). Hybridutsäde definierades för majs genom ökad produktivitet, ökad tillväxthastighet och ökad fertilitet som en följd av skillnader i föräldraköns-celler (Shull, 1905).

Raps är i huvudsak en självpollinerande gröda. Generellt gäller att grödan själv-pollinerar sig till två tredjedelar (Becker *et al.*, 1992). När man upptäckte att man kan få en så kallad heterosiseffekt (positiv korsningseffekt) på raps övergick fokus mot att förädla fram hybridraps (Li *et al.*, 2001).

Hybridsorterna kom in på den svenska marknaden under mitten av 90-talet genom att man lyckades förädla ner glukosinolathalten i hybridsorterna (Auger *et al.*, 2012). Sedan dess har hybridrapssorterna tagit mer och mer mark. År 2011 var 70 % av det certifierade höstrapsutsädet hybrid sorter (Lantmännen Lantbruk, 2015, internet).

Hybridsorterna tas fram genom att korsa två olika homozygota genotyper (föräldralinjer) för att få en heterosiseffekt (positiv korsningseffekt). De olika sorterna har på var sin håll egenskaper som man vill nedärva till nästa generation,  $F_1$ . Då får man till exempel en ökning av fröskörd i  $F_1$ -hybrider hos raps. Detta fenomen kan styrkas av flera författare bland annat (Brändle & McVetty, 1989). Heterosiseffekten kan dock inte behållas mer än i  $F_1$ -generationen. Det beror på att i  $F_1$ -generationen är plantorna genetiskt identiskt lika. I  $F_2$ - generationen kombineras allelerna i andra kombinationer vilket gör att sorten ”klyver”, visar upp olika egenskaper och då förloras heterosiseffekten. Hybridsorter dominerar nu för tiden i många olika sorters grödor, bland annat raps, majs och råg (Maunder, 1999). Heterosiseffekten är dock inte så kraftig som den skulle kunna vara. En teoretisk ökning i avkastning skulle kunna vara upp mot 30-40 % av föräldralinjerna (Regional, a, 2015, internet). Hutcheson *et al.*, (1981) skapade en hybrid mellan vår-raps och höstraps.  $F_1$ -hybriden avkastade 146 % av föräldralinjerna. Hybriden mellan vår-och höstraps innehöll dock mycket höga halter av glukosinolater och erukasyra till följd av föräldrarnas egenskaper. I dagsläget lyckas man inte nå avkastningsökningar upp mot de tidigare angivna nivåerna. Anledningen till att man inte lyckas öka avkastningen mer anses inte vara att förädlingssystemet är ineffektivt, utan det beror på att rapsens genpol är liten. Anledningen till detta beror delvis på att man under en begränsad tid endast förädlade rapsgrödan mot att minska halterna av erukasyra och glukosinolater vilket begränsade förädlingsmaterialet. Den kraftiga reduktionen av genmaterialet kan enkelt förklaras genom ordet flaskhals ur ett evolutionärt perspektiv. För att öka heterosiseffekten krävs att det genmaterial som används i föräldralinjerna skall vara mer skilt från varandra. En pålitlig och ekonomiskt försvarbar produktion av hybrid sorter ( $F_1$ ) är viktigt för att kunna påverka en utveckling av det sortmaterial som finns idag. Det dominerande systemet som används för att korsa samman olika sorter av jordbruksgrödor sker genom cytoplasmisk hansterilitet (CMS) (Leino, 2005).

### 3.9.1. Vad skiljer hybridssystemen åt?

Det finns olika system som används i Europa för framställning av höstraps hybrid-utsäde. De system som berör denna uppsats är MSL-systemet, vilket används av

de tyska företagen NPZ och DSV. De båda företagen ingår i den tyska Rapoolgruppen. Syngenta använder sig av en förädlingsmetod som de kallar Safecross. Utöver dessa används en äldre metod som kallas för INRA Ogura-systemet. De olika förädlingsystemen har samma grunder, de skapar hansterila plantor. Att plantorna är hansterila innebär att de inte kan producera pollen. Det leder till att självpollinering utesluts.

### 3.9.2. INRA Ogura-systemet

INRA Ogura-systemet är från Frankrike och uppkallat efter en forskare Ogura (1968). Systemet bygger på att gener från en rädisa korsas in i rapsmoderplantan genom somatisk hybridisering (Nationalencyklopedin, 2015, internet). Sammankorsningen via somatisk hybridisering ger en rapsplanta där 50 % av kärngenomet ärvs från rapsplantan och den andra hälften av kärngenomet ärvs från rädisan. Alla mitokondrier ärvs från rädisan (Pelletier *et al.*, 1987). Rapsplantan med rädisomitokondrier och rapscellkärna leder att cellkärnan och mitokondrierna inte kan kommunicera, som i sin tur ger hansterilitet (Eber *et al.*, 1991; Delorme *et al.*, 1997).

Rapsplantan med rädisomitokondrier är en CMS-planta vilken inte bildar något pollen. Den hansterila CMS-plantan korsas i sin tur med en identisk planta utan generna från rädisan, en så kallad maintainer som är fertil. I detta steg sker uppförökning av frövolymen (Delorme *et al.*, 1997).

För att få tillbaka fertiliteten skapar man en fertil hybrid genom att korsa CMS-plantan med en Restorerplanta. Restorerplantan innehåller en fertilitetsåterställare så kallad restorer-gen, som korsas in från rädisa (Pelletier *et al.*, 1987; Eber *et al.*, 1991).

När Ogura (1968) skulle göra detta stötte han på stora problem. Den fertila avkomman från korsningen mellan CMS-och restorerplantan kallad F<sub>1</sub>-hybrid, visade tecken på minskad fertilitet och höga glukosinolathalter. Anledningen till att negativa gener uttrycktes i F<sub>1</sub>-hybriden var att DNA som var nära kopplat till den inkorsade restorer- eller fertilitetsgenen i rädisan även uttrycktes. Detta problem löstes genom att återkorsa restorer-genen med mordernare rapssorter där de negativa egenskaperna saknades. Det innebar att avkomman fick mindre andel rädise-DNA och man undkom problemet succesivt (Pellan-Delourme & Renard, 1988; Delourme *et al.*, 1994).

### 3.9.3. MSL

MSL kallar företaget NPZ sitt förädlingsystem av hybrider. Exakt hur förädlings-systemet fungerar på molekylär nivå är inte känt pga av att det är NPZs affärshemlighet. Enligt (Frauen *et al.*, 2007; Regional, a, 2015, internet) är MSL-systemet baserat på en spontan mutation som sedan selekterats fram av NPZ. Detta skall ha ägt rum år 1984. MSL-systemet anses vara en form av NMS-systemet

(Nuclear male sterility) vilket tidigare benämndes GMS (Genetic male sterility). Steriliteten kontrolleras troligen från kärngenomet som uttrycks genom en spontan mutation (Frauen *et al.*, 2007). Det stärks genom en övervägande recessiv hansterilitet vilket indikerar att NMS är en punktmutation i den del av DNA som styr utvecklingen av pollen genom ståndarna eller genom utvecklingen av hangamet-rarna (Jaworski & Phatak, 1989). Det innebär i sin tur att i MSL-systemet behövs inte någon faderlinje med restorerensgenskap utan alla fertila rapsplantor fungerar som faderlinjer.

#### 3.9.4. Safecross

Förädslingsättet Safecross ägs av Syngenta. Enligt Syngenta, 2015 (internet) är förädlingssystemet Safecross en punktmutation i kärn-DNA som generellt fungerar likt MSL-systemet.

#### 3.9.5. Dvärgväxt

Man har länge utnyttjat dvärggener för att förbättra sortmaterialet i framförallt spannmål. Med ökad förståelse för övervintring och andra viktiga faktorer har man insett att dvärggenerna kan vara mycket positiva ur rapsgrödans perspektiv. Dvärgrapsplantan har i tidigare studier en lägre höjd på grund av att den första förgreningen satt lägre, samt att internoderna var kortare. Hela plantan blev med andra ord mer ihoptryckt. Dessa egenskaper ärvdes som en punktmutation i en enda halvdominant gen vilket innebär att den kan korsas in i alla olika typer av förädlingssystem (Cheng *et al.*, 2010). Det finns olika typer av dvärgväxt. De sorter som används i denna studie är Semi-dvärghybrider som korsats samman mellan en dvärgmoderplanta och en normal restorerplanta, vilket leder till en semidvärg i  $F_1$  som är en hybrid (Maria Gunnemann, muntlig kommunikation).

## 4. Material och metoder

### 4.1. Fältförsök

Studien baseras på data från fyra sortförsök med höstraps utlagda i Östergötland hösten 2014. Fältförsöken var placerade ute hos lantbrukare på: (i) Huvudstad utanför Vadstena, (ii) Axstad Mellangård utanför Skänninge, (iii) Tornby utanför Fornåsa och (iv) Kölbäck nära Fornåsa (Lantmännen Lantbruks försöksplats i Östergötland). Försöken (i) - (iii) ingick i de nationella sortförsöken för oljeväxter (OS-försök med beteckning OS7-24) medan försöket (iv) var ett sortförsök utlagt av Lantmännen Lantbruk. Syftet med försöken var att bedöma sorternas avkastningsförmåga under olika förhållanden.

I varje OS-försök ingick 34 sorter i fyra block med en rutstorlek på 12,5 m x 2,4 m. Sorterna fördelades i försöket enligt lattice-metoden. De var placerade efter varandra på en rad medan blocken låg parallellt med varandra. Varje försök hade en yta på cirka 2900 m<sup>2</sup>. Av de 34 sorterna valdes sju hybridsorter som skiljde sig egenskapsmässigt och var nya på marknaden. De utvalda sorterna var: SY Carlo, Mascara, Inuit, Avatar, Exstorm, Troy och PR44D06. I denna studie följdes planter från två upprepningar.

I försöket på Kölbäck fanns det 25 sorter i två olika försök vilka låg i två block. Försöksrutorna hade en storlek om 1,25 x 10 m och försöket hade en yta på cirka 1500 m<sup>2</sup>. Här fanns dock bara fem av de sju sorterna: SY Carlo, Mascara, Inuit, Avatar och Exstorm. Graderingar gjordes i de två block som var utlagda.

Sorterna som valdes för denna studie hade förädlats fram på fyra olika sätt. Exstorm och Inuit har förädlats fram genom förädlingsättet Ogura. Troy och PR44D06 är båda Semi-dvärghybrider, kallade för Dvärgar med gener från dvärgväxter, medan Avatar har förädlats fram med MSL-systemet och Mascara samt SY Carlo tillhör Safecross-systemet. Sorterna delades in i olika grupper, eller hybrid-system med avseende på de olika företagens förädlingsstrategier. Anledningen till detta är att det finns intresse för att se om de gener som förts in med i de olika företagens korsningsmaterial har så stor betydelse att hybridssystemet blir avgörande för olika egenskaper. De två sorter vilka har dvärggener inkorsade har lagts i en egen grupp. Det beror på att plantorna med dvärggenskaper skiljer sig mycket från de övriga sorterna så det ansågs vara bättre att sortera in dem i en egen grupp.

### 4.2. Sådd och gödning

Försöken såddes vid olika tillfällen under augusti månad: Huvudstad den 8/8, Tornby den 9/8, Kölbäck den 21/8 och Axstad den 22/8. I OS7-24-försöken var utsädesmängden 60 frön/ m<sup>2</sup> medan den låg på 50 frön/ m<sup>2</sup> i Lantmännen Lantbruks försök. Sådjupet var cirka 2 cm och radavståndet 12,5 cm i samtliga försök.



Gödsling genomfördes på olika sätt i försöken. På Kölbäck och Huvudstad gödslades försöksplatsen före sådd. På Kölbäck gödslades det med 200 kg NPK 27-3-3/ha den 9 augusti vilket innebär att cirka 54 kg kväve/ha myllades ned inför sådd av försöket. På Huvudstad gödslade man den 7 augusti med 250 kg NPK 24-4-5/ha vilket gav cirka 60 kg kväve/ha. På Axstad bredspriddes 353 kg NPK 17-5-10/ha den 19 augusti vilket gav ungefär 60 kg kväve/ha. På Tornby användes höns gödsel som spreds innan sådd med en motsvande mängd på cirka 60 kg kväve/ha.

### **4.3. Bekämpning av gräsogräs**

På tre av fyra försöksplatser bekämpade lantbrukarna gräsogräs. På Kölbäck bekämpades ogräsen i höstrapsen med Select 0,3 l/ha den 1 augusti vilket var cirka tre veckor innan försöket såddes. Försöket som var utplacerat på Huvudstad sprutades med Nimbus 2,5 l/ha den 10 augusti. På Tornby bekämpades de höstgroende gräsogräsen med Butisan Top 2,0 l/ha den 17 augusti. Ingen bekämpning utfördes i försöket på Axstad.

### **4.4. Väderdata och markförhållanden**

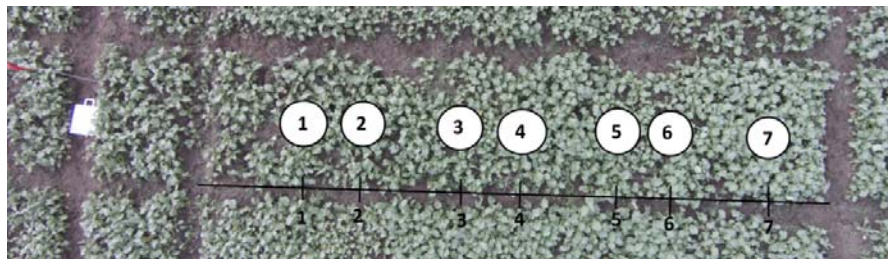
De fyra försöksplatserna låg placerade inom ett ganska litet geografiskt område. Nederbörd, solinstrålning och temperatur skiljde sig dock en del mellan platserna. Väderdata rörande solinstrålning och lufttemperatur inhämtades från Lantmets (Jordbruksverket, 2015, internet) väderstationer. Stationerna är belägna maximalt 5 km från försöksplatserna vilket gör att relativt platsspecifika värden för solinstrålning och temperatur erhöles. Temperaturvärdena räknades om till daggrader med en bastemperatur av +5°C. Detta eftersom tillväxten hos rapsplantor är mycket låg under 5°C (Wild, 1988). Beräkningar gjordes på två sätt: (i) summa daggrader från sådd fram till sista gradering den 13 oktober, (ii) summa daggrader mellan de fem olika graderingstillfällena, se "Mätningar i fält" nedan. Total solinstrålning (MJ/m<sup>2</sup>) beräknades för samma tidsperioder som antalet daggrader. Regnmängden mättes med hjälp av regnmätare som placerades ut vid varje försöksplats. Nederbördsmängden lästes av en gång i veckan. Nederbörden analyserades för att se skillnader mellan försöksplatserna och för att hålla koll på om regn skulle kunna bli någon begränsande faktor under mätperioden.

Jordprover togs på varje försöksplats för att skatta lerhalt (Eurofins, 2015, internet). På Axstad var lerhalten 4 %, på Huvudstad 14 % och på Tornby 23 %. Den försöksplats som hade högst lerhalt var Kölbäck, cirka 40 % lera.

### **4.5. Mätningar i fält**

#### ***Gradering av utveckling***

För att skatta utvecklingen hos rapsorterna användes en metod beskriven av (Albin Gunnarson, *a*, muntlig kommunikation) där bladutvecklingen hos ett antal slumpmässigt utvalda plantor följdes under säsongen. För att representera hela parcellen var plantorna tvungna att spridas över hela ytan i parcellen. Det berodde på att plantantal och utvecklingsstadium skiljde mycket över vissa parceller. I varje försöksruta slumpades sju rapsplantor fördelat över rutan. Det var bara fem plantor som skulle användas, men för att vara på den säkra sidan markerades två extra plantor om något skulle hända någon av plantorna. Slumpningen av plantorna gjordes enligt följande metod: Från kortsidan av parcellerna togs två steg in i gången mellan två parceller där en klädnyppa släpptes på marken i mitten av rutan. Klädnypan landade i område 1 (figur 1). Därefter togs ytterligare ett steg in i gången där en ny klädnyppa släpptes i område 2 (figur 1). Efter det togs sedan två steg till där en klädnyppa släpptes i område 3 (figur 1) och så vidare tills de sju olika plantorna slumpats ut. Den rapsplanta som låg närmast den nedsläppta klädnypan i varje område markerades sedan med klädnypan. För att hitta tillbaka till plantorna sprayades dels en färgmarkering på marken bredvid plantan och dels en markering i gången mellan rutorna.



**Figur 1. Plantornas fördelning i parcellerna. Foto, Johan Lagerholm.**

Varje vecka graderades antalet örtblad hos plantan. För att enkelt kunna följa tillväxten vecka-till vecka märktes antalet aktiva (levande gröna) blad ut med nya klädnyppor (4 mm x 2 cm), som hade olika färger vid varje graderingstillfälle (figur 2). På veckans klädnyppa märktes antalet aktiva blad ut med romerska siffror på det senast framkomna örtbladet (figur 2). Denna procedur upprepades varje gång vid de olika mättillfällena. Samtidigt som det senaste bladet märktes ut med en klädnyppa protokollfördes även vilket blad i ordningen plantan hade.



Figur 2. Schematisk bild över rapsplantornas märkning med klädnypor. Foto, Nils Wiklund.

### *Slutmätningar och skörd*

När plantorna hade slutat växa inför vintern gjordes en slutmätning och skörd den 14 oktober. Vid slutmätningen mättes planthöjd på de tre första markerade plantorna i varje enskild ruta. Medelvärde för planthöjd beräknades.

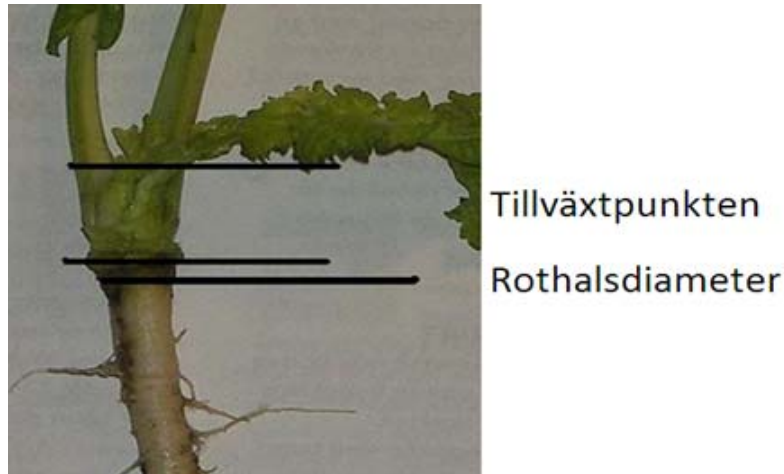
Antal plantor per m<sup>2</sup> beräknades på följande sätt: Ett steg togs in mellan parcellerna. Vid rad tre räknades antal plantor på en sträcka om 80 cm. Därefter togs ytterligare fyra steg in i rutan och antalet plantor på en sträcka av 80 cm i rad 4 räknades. Genom att radavståndet var 12,5 cm i försöken blev den avräknade ytan: 0,125 x 0,80 m = 0,1 m<sup>2</sup>. Medelvärde för de två planträkningarna beräknades per ruta. Medelvärdet multiplicerades sedan med 10 för att få fram ytan av 1 m<sup>2</sup>.

Totalt antal producerade blad skattades på följande sätt: Rapsplantorna hade aborberat gamla blad och satt nya längre upp på stammen. Genom att se på vilket blad i ordningen det första markerade bladet hade, samt att se på vilket det sista bladet var kunde totalt antal utvecklade blad under hösten summeras.

I varje försöksruta skördades de slumpade plantorna 2-6. De grävdes upp försiktigt för att få med så mycket rötter som möjligt och togs därefter in på labb. Plantorna tvättades rena från jord. På varje planta mättes: (i) tillväxtpunktens höjd från rothalsen (figur 3), (ii) rötternas längd från rothalsen ned till att rotdiametern minskat till 1 mm tjocklek, (iii) pålrotens diameter 10 cm ned på roten. Detta för att få ett mått på hur snabbt pålroten smalnade av, (iv) rothalsdiametern, som är diametern där roten övergår till ovanjordisk från underjordisk biomassa (figur 3). Alla mätningar gjordes med digitalt skjutmått. Därefter klipptes roten bort från ovanjordisk biomassa och de två plantproverna vägdes var för sig. Plantproverna (blad respektive rötter) analyserades med avseende på: totalkväve (procent) av torrsubstansen samt totalkol (procent) av torrsubstans. Torrsubstansen i gram behövdes också för att kunna räkna ut kväveupptaget för de olika sorterna. Det gjordes genom att ta färsvikten på blad- respektive rotmassa och multiplicera detta med en respektive TS-halter. Faktorn för färskvikt till torrsubstans var 0,125 för bladmassan (Lena

Engström, muntlig kommunikation) och 0,302 för rotmassan (Maria Kaliff Stenberg, muntlig kommunikation).

Analyserna av torrsbstans, totalkol och totalkväve genomfördes vid SLU, Uppsala, med hjälp av maskinen TruMac. TruMac-serien analyserar kväve/protein eller kol/kväve i en mängd olika organiska matriser. Systemet är baserat på Dumas, en metod för förbränning. (Inger Juremalm, muntlig kommunikation).



**Figur 3.** Tillväxtpunkt och rothalsdiameter åskådliggörs genom figuren. Foto: Christer Nilsson.

#### 4.6. Statistik

Effekterna av sort respektive hybridsystem utvärderades genom variansanalys med två modeller innehållande huvudfaktorerna (1) försöksplats, sort, upprepning (försöksplats) och försöksplats  $\times$  sort, och (2) försöksplats, hybridsystem, upprepning (försöksplats), sort(hybridsystem) och försöksplats  $\times$  hybridsystem (JMP Pro; SAS Institute Inc., 2002-2004, internet). Responsvariabler var: antal aktiva blad, totalt antal blad, planthöjd, plantor/m<sup>2</sup>, tillväxtpunktens höjd, rotlängd, rot diameter på 10 cm, rothalsdiameter, torrsbstans i blad respektive rot, kolinnehåll i blad respektive rot (%), kvävekoncentration i blad respektive rot samt totalt kväveinnehåll i grödan (kg/ha). Resultaten presenteras i form av medelvärde  $\pm$  standardavvikelse (medelfel).

Korrelationer gjordes för att studera eventuella samband mellan temperatur, solinstrålning och kväueupptag och plantornas utveckling och tillväxt. Genom att summera temperatursumman från uppkomst till slutgradering den 13 oktober erhöles olika värden för de olika platserna. Samma metod användes för att beräkna summa solinstrålning.

## 5. Resultat

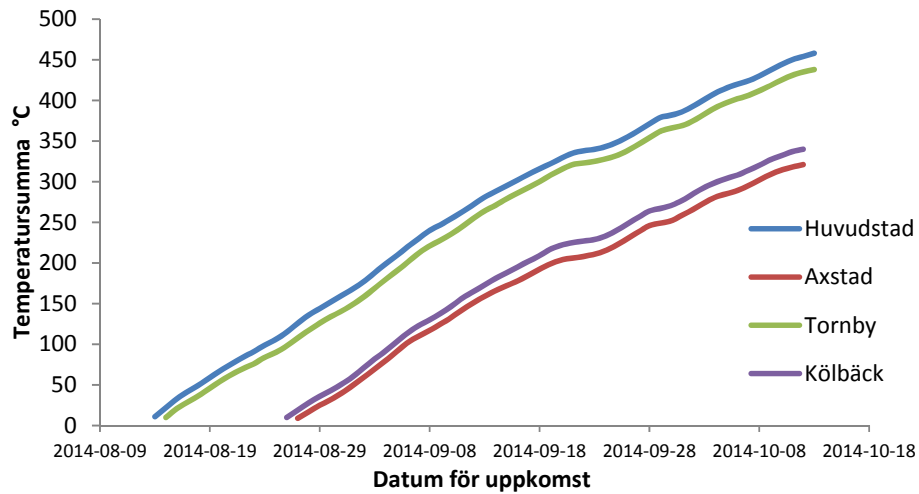
### 5.1. Väderförhållanden

Försöksplatserna låg geografiskt rätt nära varandra vilket innebar att väderförhållandena var relativt lika. Nederbörds mängden mättes mellan sådd och slutgradering/plantskörd (13 oktober) medan temperatur och solinstrålning skattades för perioden uppkomst – slutgradering/plantskörd. Försöken på Tornby och Huvudstad såddes cirka två veckor tidigare (8-9 augusti) än försöken på Axstad och Kölbäck (21-22 augusti). Det innebar att totalsummorna för nederbörd, temperatur och solinstrålning generellt blev högre på Tornby och Huvudstad jämfört med Axstad och Kölbäck.

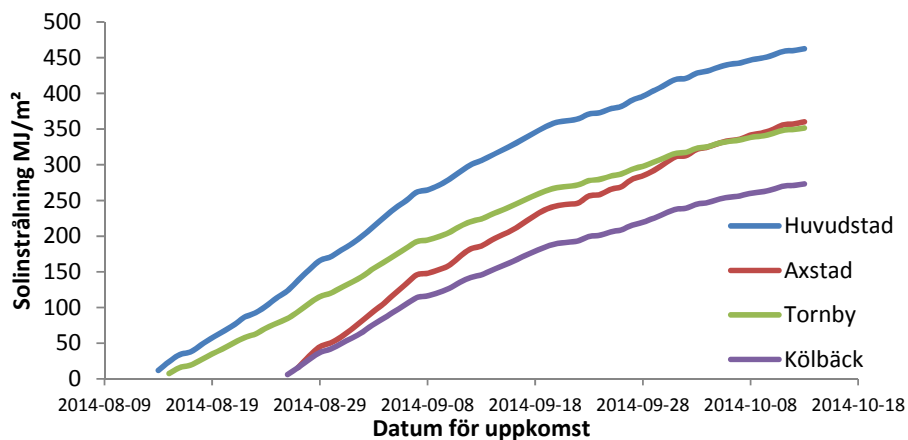
Total mängd nederbörd var 96 mm på Tornby och Huvudstad medan det kom 72 mm på Axstad och 55 mm på Kölbäck.

När det gällde temperatur följde kurvorna för temperatursumman varandra väl (figur 4). Vid slutgradering/plantskörd hade en temperatursumma på cirka 425-440 daggrader nåtts i försöken på Huvudstad och Tornby medan motsvarande temperatursumma var cirka 330 daggrader på Axstad och Kölbäck (figur 4).

Total solinstrålning skiljde sig dock mellan försöksplasterna. Vid slutgradering/plantskörd var den högre på Huvudstad ( $453 \text{ MJ/m}^2$ ) jämfört med Tornby ( $343 \text{ MJ/m}^2$ ). Motsvarande gällde vid försöket på Axstad ( $348 \text{ MJ/m}^2$ ) jämfört med försöket på Kölbäck ( $262 \text{ MJ/m}^2$ ) (figur 5).



Figur 4. Temperatursumman (°C) för de fyra olika försöksplatserna baserade på perioden mellan uppkomst och slutgradering/plantskörd. Huvudstad: 13 augusti – 13 oktober, Axstad: 27 augusti – 13 oktober, Tornby: 14 augusti – 13 oktober och Kölbäck: 26 augusti – 13 oktober.



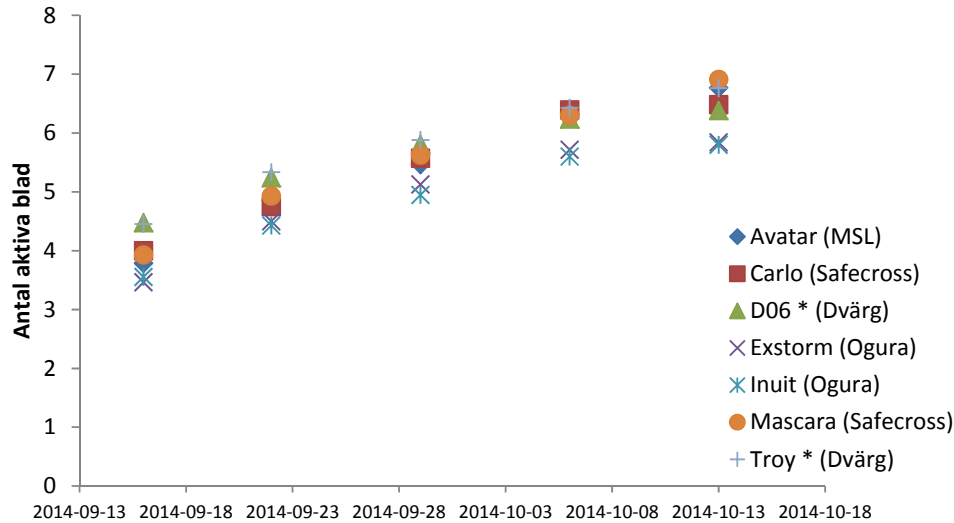
Figur 5. Solinstrålning (MJ/m<sup>2</sup>/dygn) summerades, för de fyra olika försöksplatserna baserade på perioden mellan uppkomst och slutgradering/plantskörd. Huvudstad: 13 augusti – 13 oktober, Axstad: 27 augusti – 13 oktober, Tornby: 14 augusti – 13 oktober och Kölbäck: 26 augusti – 13 oktober.

## 5.2. Bladutveckling under hösten

Analys av antal aktiva blad under hösten visade på signifikanta skillnader mellan sorter vid den första, fjärde och femte graderingen ( $P < 0,015$ ,  $P < 0,026$  respektive).

tive  $P < 0,001$ ) (figur 6). Sorterna Inuit och Exstorm hade färre aktiva blad jämfört med övriga sorter (tabell 1).

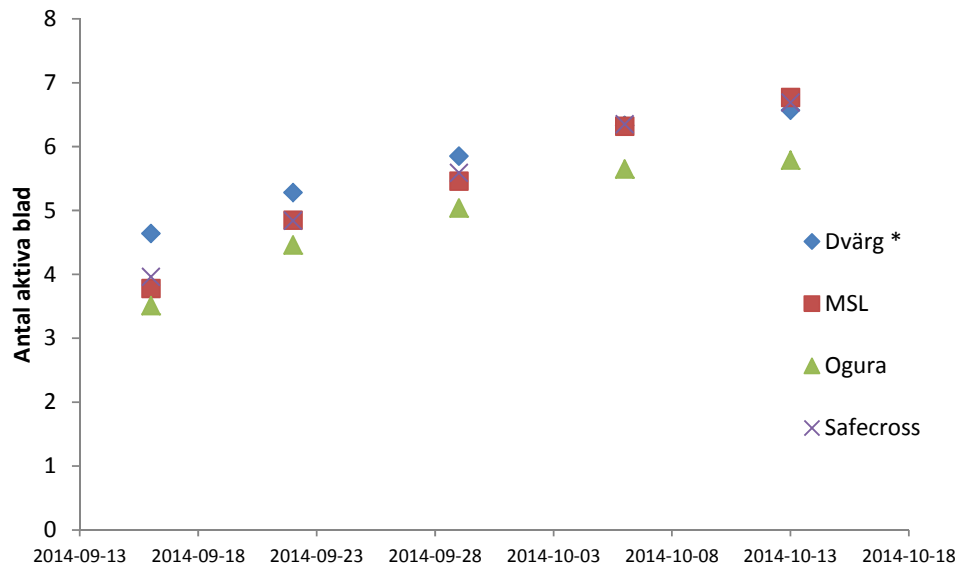
Vid alla fem graderingstillfällen hittades signifikanta skillnader mellan hybridssystemen. Vid det första graderingstillfället hade Ogura signifikant färre aktiva blad än Dvärg och Safecross ( $P < 0,001$ ). Vid de senare graderingarna hittades signifikanta skillnader mellan Ogura och övriga system ( $P < 0,034$ ,  $P < 0,011$ ,  $P < 0,002$  respektive  $P < 0,001$ ) (tabell 2).



Figur 6. Antalet aktiva blad/planta för höstrapssorterna Avatar, Carlo, D06, Exstorm, Inuit, Mascara och Troy under hösten 2014. Graderingar gjorda vid fem olika tillfällen (16, 22 och 29 september samt 6 och 13 oktober). \*Värdena för sorterna D06 och Troy baseras på data från tre fältförsök medan värdena för övriga sorter kommer från fyra fältförsök. Förädlingsmetod för respektive sort anges inom parentes.

Tabell 1. Antal aktiva blad (medelvärde  $\pm$  medelfel) för sorterna Avatar, Carlo, D06, Exstorm, Inuit, Mascara och Troy. \*Värdena för sorterna D06 och Troy baseras på data från tre fältförsök medan värdena för övriga sorter kommer från fyra fältförsök.

Datum	Antal aktiva blad							Medelfel
	Avatar	Carlo	D06 *	Exstorm	Inuit	Mascara	Troy *	
16-sep	3,79	4,00	4,48	3,46	3,55	3,93	4,45	0,12
06-okt	6,32	6,39	6,24	5,71	5,60	6,30	6,43	0,21
13-okt	6,77	6,48	6,38	5,79	5,79	6,91	6,76	0,21



Figur 7. Antalet aktiva blad för de olika hybridssystemen: Dvärg, MSL, Ogura och Safecross. Värderna för hybridssystemet Dvärg (markerad med \*) baseras på värden från tre försök, medan övriga är data från fyra olika försök.

Tabell 2. Antal aktiva blad (medelvärde ± medelfel) för de olika hybridssystemen Dvärg, MSL, Ogura, Safecross. \*Värderna för hybridssystemet Dvärg baseras på data från tre fältförsök medan värdena för övriga sorter kommer från fyra fältförsök.

Datum	Antal aktiva blad				Medelfel
	Dvärg	MSL	Ogura	Safecross	
2014-09-16	4,64	3,78	3,51	3,96	0,10
2014-09-22	5,28	4,85	4,46	4,84	0,12
2014-09-29	5,85	5,46	5,04	5,59	0,13
2014-10-06	6,33	6,32	5,65	6,35	0,15
2014-10-13	6,57	6,77	5,79	6,69	0,16

### 5.3. Plantskörd

Vid plantskörden den 13 oktober fanns inga skillnader i antalet plantor/m<sup>2</sup> mellan sorter ( $P = 0,40$ ) eller mellan hybridssystem ( $P = 0,70$ ). Medelvärde för sorter var 38,80 plantor/m<sup>2</sup> och för hybridssystem 38,40 plantor/m<sup>2</sup>.



### 5.3.1. Plantutveckling

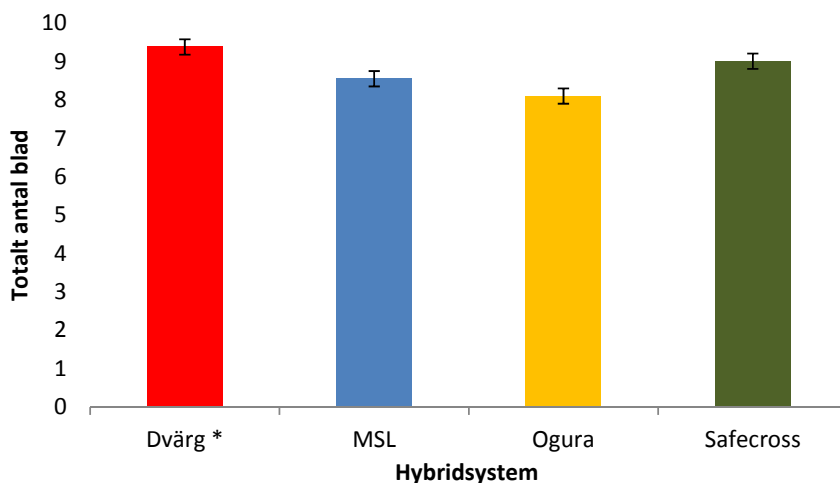
#### Totalt antal blad

Ingen signifikant skillnad i totalt antal blad hittades mellan sorterna ( $P = 0,06$ ).

Antalet blad låg på 8,77.

Signifikanta skillnader hittades mellan hybridssystemen Ogura och Dvärg samt mellan Ogura och Safecross ( $P = 0,002$ ). Ogura hade signifikant färre blad än Dvärg och Safecross. Dvärgarna hade under hösten haft flest blad (9,38) följt av Safecross (9,00) (figur 8). Medelvärdet för totalt antal blad för enskilda plantor under hösten baserat på hybridssystem var 8,75.

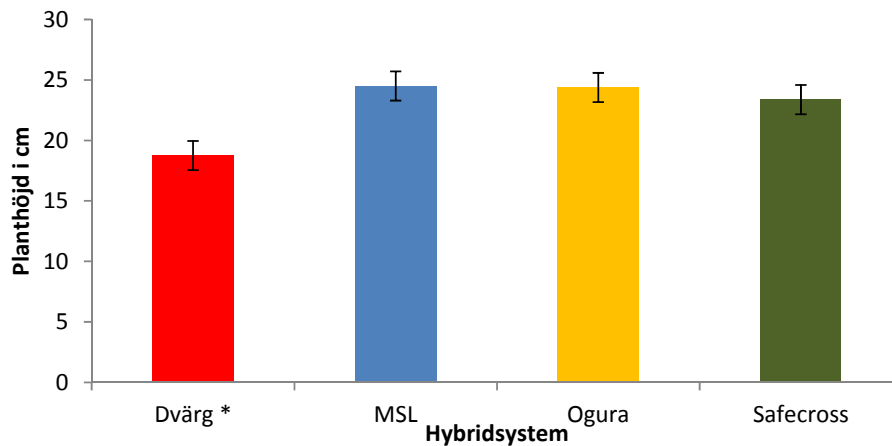
Korrelationen mellan temperatursumma och totala antalet blad jämförelsevis mellan sorter var  $R^2 = 0,96$ . Motsvarande korrelation för solinstrålning och totala bladantalet var  $R^2 = 0,74$ , medan  $R^2$  för totalt bladantal och N-upptaget var 0,23.



Figur 8. Totalt antal blad under mätperioden för hybridssystemen Dvärg, MSL, Ogura och Safecross. Hybridssystemet med \* baseras på värden från tre försök, medan övriga är data från fyra olika försök. Färgerna representerar de olika hybridssystemen, **Röd**: Dvärg, **Blått**: MSL, **Gul**: Ogura, och **Grön**: Safecross.

#### Planthöjd

Det fanns inga skillnader i planthöjd mellan sorterna ( $P = 0,55$ ). Medelhöjden var 22,50 cm. Signifikanta skillnader i planthöjd hittades dock mellan hybridssystemen ( $P < 0,0001$ ) (figur 9). Hybridssystemet ”Dvärg” hade signifikant lägst planthöjd (18,75 cm).



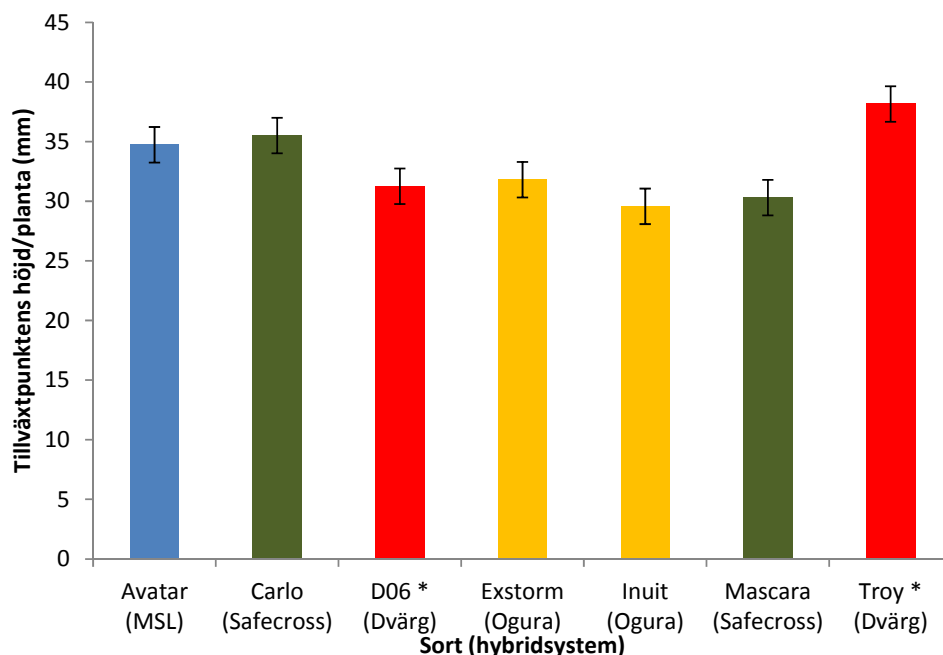
Figur 9. Planthöjd i cm för hybridsystemet Dvärg, MSL, Ogura och Safecross. Värdet för hybridsystemet Dvärg (markerad med \*) baseras på data från tre försök, medan övriga är data från fyra olika försök. Färgerna representerar de olika hybridsystemen, **Röd**: Dvärg, **Blått**: MSL, **Gul**: Ogura, och **Grön**: Safecross.

### *Tillväxtpunktens höjd*

Inga signifikanta skillnader i tillväxtpunktens höjd hittades mellan sorterna. Emellertid låg P-värdet mycket nära signifikansgränsen ( $P = 0,052$ ). Medelvärdet för alla sorter låg på 33,20 mm. Det fanns en tendens att sorten Troy hade en högre tillväxtpunkt än övriga sorter (38,16 mm) (figur 10).

Ingen signifikant skillnad noterades mellan hybridsystemen ( $P = 0,14$ ). Medelvärdet på tillväxtpunktens höjd över de olika hybridsystemen var 33,26 mm.

Tillväxtpunktens höjd var starkare korrelerad till solinstrålning ( $R^2=0,86$ ) än temperatursumman ( $R^2 = 0,58$ ).  $R^2$ -värdet för korrelationen mellan tillväxtpunktens höjd och N-upptaget var 0,26.



**Figur 10. Tillväxtpunktens höjd/planta för höstrapsorterna Avatar, Carlo, D06, Exstorm, Inuit, Mascara och Troy under hösten 2014. Sorterna med \* baseras på värden från tre försök, medan övriga är data från fyra olika försök. Färgerna representerar de olika hybridsystemen. Hybridsystem för respektive sort anges även inom parentes. **Blått:** MSL, **Gul:** Ogura, **Röd:** Dvärg och **Grön:** Safecross.**

### 5.3.2. Rothalsdiameter, rotlängd och rotdiameter på 10 cm djup

#### *Rothalsdiameter*

Inga signifikanta skillnader mellan rothalsdiameter och sorter kunde urskiljas ( $P=0,846$ ). Medelvärde för rothalsdiametern var 7,88 mm. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader mellan hybridsystemen ( $P=0,23$ ). Medelvärdet för rothalsdiameter för hybridsystemen var 7,84 mm. Korrelationen mellan rothalsdiametern och temperatursumma var  $R^2 = 0,70$ . Motsvarande samband mellan rothalsdiameter och solinstrålning var  $R^2 = 0,91$ . Sambandet mellan N-upptag och rothalsdiametern var  $R^2 = 0,02$ .

#### *Rotlängd*

Det fanns inga skillnader i rotlängd mellan sorter ( $P = 0,78$ ) eller hybridsystem ( $P = 0,22$ ). Medelvärdet på rotlängden för sorterna var 142,02 mm och för hybridsystem 140,420 mm.

### *Rotdiameter på 10 cm djup*

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan sorter ( $P = 0,97$ ). Medelvärdet för rot diameter på 10 cm djup låg på 2,77 mm. Inte heller hybridsystemen skiljde sig åt ( $P = 0,49$ ). Medelvärdet av rötternas tjocklek på ett djup av 10 cm var 3,14 mm.

### *5.3.3. Biomassa och kväveinnehåll*

#### *Torrsubstans*

Inga signifikanta skillnader hittades i bladmassa mellan de olika sorterna ( $P = 0,91$ ). Medelvikten för bladmassa per sort var 4,61 g.

Ingen signifikant skillnad hittades heller mellan hybridsystemen ( $P = 0,65$ ). Medelvikten var 4,54 g för de olika hybridsystemen.

Korrelationer mellan bladmassa och temperatursumma gjordes. Det resulterade i  $R^2 = 0,97$ . En liknande korrelation gjordes mellan torrsubstans på blad och solinstrålningen vilket gav ett  $R^2 = 0,64$ .

Inga skillnader hittades i rotmassa mellan sorterna ( $P = 0,98$ ). Medelvärdet för de sju sorterna var 1,52 g.

Rotvikten för respektive hybridsystem skiljde sig inte heller åt statistiskt ( $P = 0,39$ ). Hybridsystemen hade ett medelvärde för rotvikt på 1,51 g.

$R^2$ -värdet för rotvikt i korrelation mot temperatursumma var  $R^2 = 0,78$  medan rotvikt korrelerad mot solinstrålning gav ett  $R^2 = 0,83$ .

#### *Kolkoncentration*

Kolinlagringen i bladen varierade inte mellan sorterna ( $P = 0,483$ ). Medelvärdet för kolinlagring var 41,87 % av torrsubstansen.

Ingen skillnad i kolinlagring i bladen fanns heller mellan hybridsystemen ( $P = 0,18$ ). Medelvärdet var 41,82 % av torrsubstansen.

$R^2$ -värdet för temperatursumma och kolinlagring var 0,44 medan  $R^2$ -värdet för summa solinstrålning och kolinlagring var 0,55.

Ingen skillnad hittades mellan sorterna i kolinlagring i roten ( $P = 0,91$ ). Medelvärdet var 44,00 % av torrsubstansen.

Inga skillnader hittades heller mellan hybridsystemen med avseende på kolkoncentrationen i roten ( $P = 0,46$ ). Medelvärdet för hur stor andel kol som lagrats in i roten var 43,97 %.

#### *Kvävekoncentration*

Ingen skillnad i kvävekoncentration i bladen kunde urskiljas mellan sorterna ( $P = 0,27$ ). Medelvärdet var 5,05 %.

Ingen signifikant skillnad i kvävekoncentration i bladen fanns heller mellan hybridssystemen ( $P = 0,88$ ). Medelvärdet för kvävekoncentration i bladen för de olika hybridssystemen var 5,05 % av torrsubstansen.

Ingen signifikant skillnad mellan sorter kunde hittas med avseende på kvävekoncentration i roten ( $P = 0,06$ ). Medelvärdet för kvävehalten i rötter hos sorterna var 2,86 % av torrsubstansen.

Statistisk skillnad hittades inte heller mellan hybridssystemen ( $P = 0,18$ ). Medelvärdet mellan hybridssystemen var 2,88 % av torrsubstansen.

### *Kväveinnehåll*

Kväveinnehållet i blad och rötter per planta räknades ut genom observerad torrsubstans och kvävekoncentration. Inga skillnader i kvävemängd i bladen hittades mellan sorter ( $P = 0,65$ ). Kväveinnehållet var i genomsnitt 0,25 g/planta.

Inga skillnader i kväveinnehåll i bladen hittades heller mellan hybridssystemen ( $P = 0,62$ ). Kväveinnehållet för hybridssystemen i rötterna var i genomsnitt 0,24 g/planta.

Inga skillnader hittades mellan kväveinnehåll vare sig för sorter ( $P = 0,22$ ) eller hybridssystem ( $P = 0,23$ ). Sorterna hade i genomsnitt ett kväveinnehåll i rötterna på 0,041 g medan hybridssystemen hade ett kväveinnehåll i rötterna på 0,04 g.

### *Kväveupptag*

Kväveupptaget i kg/ha per försöksplats räknades ut från mängden kväve i en planta multiplicerat med antal plantor/ha (se avsnitt 5.3 Plantskörd). Kväveupptaget varierade starkt mellan försöksplatserna ( $P = 0,004$ ). Kväveupptaget var högst vid försöksplatsen i Tornby med 170,16 kg (tabell 2).

**Tabell 3. Kväveupptag i höstraps,  $\text{kg ha}^{-1}$ , vid fyra olika försöksplatser (Axstad, Huvudstad, Kölbäck och Tornby).**

Försöksplats	Kväveupptag, $\text{kg ha}^{-1}$	Medelfel
Axstad	76,48	20,96
Huvudstad	84,56	20,96
Kölbäck	46,53	24,80
Tornby	170,16	20,96

## 6. Diskussion

### 6.1 Väderförhållanden

Temperaturförhållandena på de fyra försöksplatserna var rätt lika med anledning av att de ligger geografiskt nära varandra. Den totala temperatursumman blev cirka 430-450 daggrader i försöken på Huvudstad och Tornby vilket var cirka 100-120 daggrader högre än på de övriga två försöksplatserna. Det berodde på att dessa försök såddes cirka två veckor tidigare än försöken på Axstad och Kölbäck. Det gjorde också att rapsbestånden kunde växa och utvecklas under en längre period och nå ett lämpligt tillväxtstadium inför vintern (Gunnarson, 2013). Vid försöken på Axstad och Kölbäck blev temperatursumman drygt 300 daggrader vilket enligt litteratur anses vara i minsta laget för ett rapsbestånd inför vintern (Mendham *et al.*, 1981). Tillväxten blev dock högre på Axstad i jämförelse med Kölbäck. Det berodde förmodligen på den lätta jorden på Axstad med endast 4 % ler, vilket gav en fin såbädd och endast lite regn behövdes för att få fröna att gro. Säkerligen fanns viss kapillär upptransport och i kombination med tillräcklig nederbörd räckte fukten till för fortsatt utveckling. På Kölbäck var lerhalten 40 % vilket medförde att såbädden blev grövre än på Axstad. I den grövre såbädden skapades troligen turbulens bland de grövre aggregaten i ytan som enligt Håkansson *et al.* (2002) ger en uttorkande effekt i såbädden. Avsaknad av regn och en grov såbädd gjorde förmodligen att groningen och tillväxt gick långsammare på Kölbäck än på övriga försöksplatser.

Solinstrålningen varierade en del mellan försöksplatserna. Över längre tidsperioder varierar solinstrålningen normalt inte särskilt mycket mellan närliggande platser men under korta tidsperioder kan solinstrålningen variera en del (Josefsson, 2015). Kurvorna för solinstrålning på Huvudstad och Axstad följde varandra ganska väl. Det var i stort sett samma mönster för Tornbys och Kölbäcks solinstrålningskurvor. En tänkbar förklaring kan vara att genom närhet till vatten och i huvudsak västliga vindar ökar globalstrålningen då det är mindre moln över vatten än land (Josefsson, 2015). Huvudstad och Axstad ligger geografiskt närmare större vattendrag än Tornby och Kölbäck. Det medför att globalstrålningen under vissa perioder kan bli högre på platser med närhet till vatten.

### 6.2 Bladutveckling under hösten

Resultaten visade att sorter och hybridssystem skiljde sig åt i bladutveckling under hösten. Sorterna Exstorm och Inuit hade färre antal aktiva blad jämfört med övriga sorter i början respektive i slutet av hösten. Vid jämförelse mellan hybridssystemen

hittades skillnader vid alla graderingstillfällen. Hybridsystemet Ogura hade färre antal aktiva blad jämfört med övriga hybridsystem. Vad skillnaderna beror på är oklart, men det har i största sannolikhet att göra med vilka gener som uttrycks i de respektive sorterna med grund i de olika förädlingsteknikerna. Ingen av sorterna hann utveckla åtta örtblad innan vintern vilket är riktvärdet för att plantan ska klara vintern på ett säkert sätt. Det berodde delvis på att sorterna på de fyra försöksplatserna lades samman till ett medelvärde. I och med att riktvärdet på åtta blad inte uppnåddes fanns en ökad risk för utvintringsskador i bestånden.

Vid plantskörden i mitten av oktober hade hybridsystemen totalt hunnit bilda i snitt 8,8 blad. Även här hade Ogura signifikant lägst antal blad. Vid en jämförelse med medelantalet aktiva blad vid skörd (cirka 6,4 blad, tabell 1) innebar det att hybridsystemen aborterat cirka 2,4 blad under hösten. Snapp *et al.*, (2005) skriver att blad omsätts i genomsnitt 2-3 gånger under en rapsplantas livscykel. Under hösten har endast en liten del av bladen omsatts. Det här innebär att den största delen av bladomsättningen kommer att ske under följande vår och sommar. Vid korrelation av temperatursumma och summa solinstrålning var totala antalet blad starkare kopplat till temperatur än till solinstrålning. Denna iakttagelse stämmer överens med resultat från en studie i Tyskland (Sieling, 2013). Där studerade man dock ovanjordisk biomassa korrelerat mot daggraderna och fick fram samma  $R^2$ -värde som jag fick, nämligen  $R^2 = 0,96$ . Antalet daggrader används också som mått för bladutveckling, exempelvis att vid 450-500 daggrader efter sådd så når rapsplantan åtta örtblad (Lääniste, 2008; Schulz, 1998). Vid skörd den 13 oktober skiljde sig planthöjden mellan hybridsystemen. Plantor från hybridsystemet Dvärg hade, som väntat, lägst medelplanthöjd (18,75 cm).

Tillväxtpunktens höjd har stor betydelse för övervintringsförmågan. Enligt Topinka *et al.*, (1991), Cramer (1990) och Makowski (1990) är det optimalt om tillväxtpunkten inte sitter högre än 20 mm ovanför markytan för att minska risken för bortfrysning. En rekommendation är att tillväxtpunkten inte bör vara högre än 30 mm ovanför marken i och med att risken för bortfrysning blir så mycket högre (Cramer, 1990; Makowski, 1990; Topinka *et al.*, 1991). I denna studie låg medelvärdet för sorterna på 33,18 mm. Det innebar att det kunde finnas en ökad risk för utvintring i bestånden. Tillväxtpunktens höjd påverkas även av planttätheten (Gunnarson, 2013). Tre av försöken såddes med en planttäthet av 60 plantor per kvadratmeter och ett såddes med 50 plantor per kvadratmeter. Medelvärdet för hur många plantor som fanns vid slutgradering i de olika försöken blev ungefär 38,5 plantor per kvadratmeter. Vid denna planttäthet uppstår inte någon intraspecifik konkurrens som gör att tillväxtpunkten skulle triggas uppåt. För att tillväxtpunkten skall triggas att sträcka på sig krävs fler plantor, men även att plantorna får 450-500 daggrader (Albin Gunnarson, *b*, muntlig kommunikation). Får plantorna inte

den angivna temperatursumman bör tillväxtpunkten inte krypa uppåt. Detta är dock lite sortberoende och påverkas även av radavståndet.

Rothalsdiameter och rotlängd är andra egenskaper som påverkar övervintringsförmågan. Flera studier har visat på att rothalsdiametern helst bör vara åtta mm i samband med invintring (Svensk Raps, 2009; Lyhagen, 2001; Cramer, 1990; Makowski, 1990). I denna studie låg medelvärdet på 7,9 mm vilket skulle tyda på att sorterna generellt sett hade goda förutsättningar till en lyckad övervintring. Sorten Troy upplevdes som ”grövre och stabbigare” än övriga sorter och var den sort som var lättast att urskilja i fält. Det fanns högre korrelation för solinstrålning än för temperatursumma i förhållande till rothalsdiameter. Vad detta beror på är dock oklart. Plantornas medelrotlängd låg på cirka 142 mm vilket klart översteg det rekommenderade värdet på 80 mm innan invintring. En annan parameter som mättes var rotdiametern på 10 cm djup. Den mättes för att kunna se om rotens geometri skiljde sig mellan olika sorter eller hybridssystem. Inga skillnader hittades dock mellan vare sig sorter eller hybridssystem.

När det gällde rapsplantornas kolinlagring och torrsbstansinnehåll hittades inga skillnader mellan vare sig sorter eller hybridssystem. En medelplanta innehöll cirka 4,6 g torrsbstans i bladen och 1,5 g torrsbstans i roten. Motsvarande siffror för kolinlagring var 42 % i bladen och 44 % i rötterna. Det fanns en stark korrelation mellan temperatursumma och torrsbstans i bladen, dvs. högre temperatursumma gav större bladbiomassa. Eftersom bladutvecklingen påverkas av temperatursumman, se ovan, verkar det rimligt att även bladbiomassan influeras starkt av temperaturen. Torrsbstansinnehållet i rötterna påverkades nästan lika mycket av temperatursumma som solinstrålning. Det beror antagligen på att rötterna inte exponeras för solljus eller samma höga temperaturer som bladbiomassan gör. Rötterna påverkas antagligen av flera abiotiska faktorer som sedan vägs samman och som styr rotutvecklingen.

Kvävekoncentration låg i medeltal på 5,05 % i bladen och 2,86 % i rötterna hos sorterna. Enligt Geisler *et al.*, (1990) och Rood *et al.*, (1984) innehöll bladmassan en kvävekoncentration mellan 4-5 % av bladmassan. För rötterna var kvävekoncentrationen mellan 2,9–4,0 % vilket var något högre än mina resultat. Enligt ovan nämnda författare ökar kvävekoncentrationen i plantan med ökad kvävegödning. I denna studie skiljde sig inte hybridssystemen signifikant åt när det gällde kvävekoncentration i rötterna. Medelvärdet för kvävekoncentrationen i rötterna var 2,88 % av torrsbstansen.

Kväveupptaget varierade mellan platserna (tabell 3). De fyra olika försöksplatserna gödslades med 60 respektive 54 kg kväve/ha. Kväveutnyttjandet är normalt sett



70 % av mängden tillfört kväve (Albin Gunnarson, muntlig kommunikation). Antar man att mineraliseringen var 30 kg kväve/ha, vilket anses vara normal mineralisering, skulle 72 kg kväve finnas till förfogande för rapsplantorna på hösten (Svensk raps, AB, *a*, 2015, internet). I en studie rörande sambandet mellan skörd och kväveupptag på hösten visade (Svensk raps AB, *b*, 2015, internet) att höstrapsen bör ha tagit upp 75-100 kg N/ha under hösten för få en hög skörd. Försöken på Axstad och Huvudstad låg inom i det rekommenderade intervallet för hur stort kväveupptaget bör vara. Försöket på Kölbäck var placerat på en styv lerjord innehållande 40 % ler och såddes ganska sent vilket förmodligen medförde ett förhållandevis lågt kväveupptag. Kväveupptaget i plantorna var betydligt högre i försöket på Tornby än på övriga försöksplatser. Anledningen till att rapsen på Tornby lyckats ta upp 170 kg kväve/ha berodde sannolikt på att gödsling gjordes med stallgödseln. Det gödslas med jämna mellanrum med hönsgödsel i växtföljden på Tornby, samt att det även gödslades med denna typ av gödsel innan sådd av rapsen. Enligt studier som (Svensk raps AB, *b*, 2015, internet) gjort blev nettointäkten bättre i de försök som gödslats med stallgödsel innan sådd. En av anledningarna till den ökade nettointäkten berodde på att kväveupptaget för rapsen ökade under hösten, men även att mineraliseringen ökade under vår och sommar (Svensk raps AB, *b*, 2015, internet) kom fram till slutsatsen att mängden växttillgängligt kväve från marken under vår och sommar var dubbelt så hög med stallgödsel i växtföljden jämfört med endast spannmål som förfrukt.

## 7. Slutsatser

Följande slutsatser har dragits:

- Det fanns skillnader i mängden aktiva (gröna) blad mellan sorter i början och i slutet av hösten. Sorterna Inuit och Exstorm hade färre antal blad jämfört med övriga sorter. Vidare fanns det skillnader mellan hybridssystemen under hela hösten. Ogura hade färre blad än övriga sorter vid alla graderingar.
- Det totala antalet utvecklade blad skiljde sig mellan hybridssystemen där sorter inom hybridssystemet Ogura hade utvecklat minst antal blad.
- Samband kunde konstateras mellan daggrader och totala bladantalet samt biomassa. Det betyder att temperatursumman hade stark påverkan på dessa egenskaper.
- Solinstrålningen hade också påverkan på tillväxtpunktens höjd och rothalsdiametern.
- Skillnader i planthöjd hittades där Semidvärghybriderna hade lägst planthöjd.
- Mängden upptaget kväve skiljde sig mellan försöksplatserna (46 – 170 kg/ha). Detta tyder på att höstraps har möjlighet att ta upp stora mängder kväve på hösten.

De ovan nämnda egenskaperna skulle kunna utnyttjas för att optimera sortval, eller val av hybridssystem, beroende av såtidpunkt, vilket bör beaktas för bästa möjliga övervintringsförmåga.

Följande nya reflektioner har identifierats:

- För att bättre kunna utvärdera effekter av temperatur och solinstrålning på rapsens hösttillväxt bör försök läggas ut på platser med större skillnader i väderförhållanden.
- Alla sorter bör finnas med i alla försök. Detta för att underlätta den statistiska analysen.
- Underlaget i studien skulle ha varit större. Anledningen till detta är att flera egenskaper hamnade precis utanför gränsen för signifikans. Med större underlag hade säkerligen fler egenskaper gett signifikans.
- För att bedöma hösttillväxtens effekt på övervintringsförmågan måste graderingar och destruktiva skördar av plantor göras även på våren.

## 8. Referenslista

- Ackman, R. G. (1983). Chemical Composition of Rapeseed, I: *High and low erucic acid rapeseed oils* (eds. J.K.G Kramer, Sauer, F.D. Pigden W.J). Toronto, Canada, Academic Press, pp. 85-129.
- Auger, B., Pouvreau, J.B., Pouponneau, K., Yoneyama, K., Montiel, G & Le Bizec, B. (2012). Germination stimulants of *Phelipancheramosa* in the rhizosphere of *Brassica napus* are derived from the glucosinolate pathway. *Molecule Plant Microbe Interaction* 25, 993–1004.
- Becker, H.C., Damgaard, C & Karlsson, B. (1992). Environmental variation for outcrossing rate in rapeseed. Swedish University of Agricultural Sciences, Svalöv. *Theoretical and Applied Genetics* 84, 303-306.
- Blomquist, J. (2007). Förfruktsraps kartlagd med tysk precision. Svensk frötidning. nr 7, 18-20.
- Blomquist, J. (2010). Olika sorter kör med olika hastigheter. Svensk frötidning. nr 4, 6-7.
- Blomquist, J. (2014). Ingen ro för rot. Svensk frötidning nr 4, 20-23.
- Brändle, J.E & McVetty, P.B.E. (1989). Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. University of Wisconsin. Wisconsin, USA.
- Cheng, X., Liu, C., Liu, K., Huang, T., Shi, S., Wang, F., Wang, J., Wu, J., Yuan, F & Zhang, Y. (2010). A missense mutation in the VHYNP motif of a DELLA protein causes a semi-dwarf mutant phenotype in *Brassica napus*. Huazhong Agricultural University. Wuhan, China.
- Clason, Å & Granström, B. (1992). I: *Sveriges nationalatlas, Jordbruket*. Almqvist & Wiksell Förlag AB. Stockholm. ISBN: 9789187760563.
- Cramer, N. (1990). Raps: Anbau und Verwertung. Ulmer Press. Stuttgart, pp 148.
- Delourme, R., Bouchereau, A., Hubert., N., Renard, M & Landry, B.S. (1994). Identification of RAPD markers linked to fertility restorer gene for the Ogura radish cytoplasmic male sterility of rapeseed. *Theoretical applied genetics* 88, 741 – 748.
- Delourme, R., Pierre, J. Renard, M & Vallée, P. (1997). Hybrid rapeseed breeding and production. *Acta Horticulturae* 459, 583-591.
- Dixon, F. L & Luthman, P. J. (1987). The effect of drilling date on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science* 1, 195-200.
- Eber, F., Delourme, R & Renard, M. (1991). Radish Cytoplasmic Male Sterility in Rapeseed: Breeding Restorer Lines with a Good Female Fertility. *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Saskatoon, Canada, 1506-1510.
- Fogelfors, H. (2001). Växtproduktion i jordbruket. (eds. H. Fogelfors). Natur och Kultur/LTs förlag, Borås. ISBN: 9789127352926.

- Frauen, M., Girke, A., Noack, J & Paulmann, W. (2007). 'Ten years' experience of development and cultivation of winter oilseed rape hybrids in Europe based on the MSL system'. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Wuhan, China, March 26–30.
- Geisler, G., Kullmann, A & Ogunlela, V. B. (1990). Nitrogen Distribution and Dry Matter Accumulation in Oilseed Rape (*Brassica napus L.*) as Influenced by N Nutrition. Institute of Crop Science and Plant Breeding, University of Kiel. Federal Republic of Germany.
- Granstedt, A. (1995). Växtodlingens grunder. (eds. A. Granstedt & B. Weidow). Natur och Kultur/LTs förlag, Borås. ISBN 9136022373.
- Gunnarson, A. 2013. På liv och död - fem fallor för höstrapsens övervintring. *Svensk frötidning* 6, 22-25.
- Hofmann, B & Christen, O. (2007). Effect of sowing date and genotype on the yield, yield formation and root development of winter oilseed rape. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Wuhan, China, March 26–30, III, 139-142.
- Hu, Z.Y., Hua, W., Zhang, L., Deng, L.B., Wang, X.F & Liu, G.H. (2013). Seed structure characteristics to form ultrahigh oil content in rapeseed. Oil Crops Research Institute of the Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Oil Crops, Ministry of Agriculture. Wuhan, China.
- Hutcheson, D. S., Downey, R. K & Campbell, S. J. (1981). Performance of naturally occurring subspecies hybrid in *B. campestris L. var. oleifera Metzger*. *Canadian Journal of Plant Science* 61, 895-900.
- Håkansson, I., Myrbeck, Å & Etana, A. (2002). A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil Tillage Research* 64, 23-40.
- Jarworski, C.A & Phatak, S.C. (1989). UGA 1-MS male-sterile eggplant germplasm. *HortScience* 24, 1050.
- Jones, H.A. & Clarke, A.E. (1943). Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences* 43, 189-194.
- Li, G., Riaz, A., Swati, M.S., Quries, C.F & Quresh, Z. (2001). Genetic diversity of oilseed Brassica napus inbred lines based on sequence-related amplified polymorphism and its relation to hybrid performance. Department of vegetable crops. Carlifonia, USA.
- Linné, C von. (1755). *Flora Svecica*. Editio secunda aucta et emendata. Stockholm.
- Little, S. A., Hocking, P. J & Greene, R. S. B. (2004). A preliminary study of the role of cover crops in improving soil fertility and yield for potato production. *Communications in Soil Science and Plant analysis* 35, 471-494.
- Leino, M. (2005). Mitochondrial Genetics of Alloplasmic Male-Sterile Brassica napus Lines. *The Plant Journal* 42, 469–480.

- Lyhagen, R. (2001). Ytterligare några aspekter på etablering av höstraps. Svensk Frötidning nr 5, 4-5.
- Lääniste, P. (2008). Effect of sowing date and increasing sowing rates on plant density and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L) under Nordic climate conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science* 58, 330-335.
- Major, D. J & Rood, S. B. (1984) Influence of plant density, nitrogen, water supply and pod or leaf removal on growth of oilseed rape. *Field Crops Research* 8, 323-331.
- Makowski, I. R., Schulz, R. R & Engek, N. (1985). Erfahrungen der Besten beim Anbau von inter-raps. *Feldwirtschaft* 26, 252-254.
- Makowski, N. (1990). Winter rape cultivation in Belarus, I: *Integrated evaluation of rape readiness for overwintering*, (eds. V. Rimantas, A. Marcinkeviciene, S. Raudonius & O. Rimkeviciene). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 56, 110-116.
- Mendham, N.J & Scott, R.K. (1975). The limiting effects of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science* 84, 487-502.
- Maunder, A.B. (1999). Logistics of seed production and commercialisation. I: *Genetics and exploitation of heterosis in crops*. (eds. J.G. Coors & S. Pandey). American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Mrowcynski, M & Prylecka, E. (1994). Wrzepaku weed control. *Protection of rape*, pp.16-19.
- Ogura, H. (1968). Studies on the New Male-Sterility in Japanese Radish, with Special Reference to the Utilization of this Sterility towards the Practical Raising of Hybrid Seeds. *Theoretical and Applied Genetics* 79, 285-287.
- Pelletier G & Primard C. (1987). Molecular, Phenotypic and Genetic Characterization of Mitochondrial Recombinants in Rapeseed. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Poznan, Poland, pp. 113 – 118.
- Pellan-Delourme, R & Renard, M. (1988). Cytoplasmic male sterility in rapeseed: female fertility of restored rapeseed with "Ogura" and cybrids cytoplasm. Station d'Amélioration des Plantes Le Rheu Cedex, France.
- Odlar. (2013). Guide för tillväxt. Lantmännen Lantbruk, Malmö.
- Olofsson, S & Wallgren, B. (1984). Höstvete i växtföljden. Resultat från två försöksserier med olika förfrukter till höstvete; R4-1711 och R4-1712. *Rapport 130*. Institutionen för växtodling, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Schulz, R. (1998). Möglichkeiten zur Vermeidung einer vorzeitigen Sprosstreckung. Vorpommern, Germany.
- Siuliaskas, A & Malinauskas, D. (2001). Problems of winter rape wintering in Lithuania. Lithuanian University of Agriculture, Kaunas, Lithuania. *Modern Plant Growing Technologies*, pp. 3-17.

- Shull, G. (1905). The comparison of a field of maize. I: *The effect of inbreeding in plants*. (eds. R. Arnel., J. Hallauere, Marcelo., Carena). *Cereals-Handbook of Plant Breeding* 3, 3-98.
- Shull, G. H (1948) What is "heterosis"? *Genetics* 33, 439-446.
- Sieling, K & Kage, H. (2007) Autumnal N fertilization of late sown oilseed rape after minimum tillage, *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Wuhan, China, March 26-30, III, pp. 375-378.
- Sieling, K., Böttcher, U., Kage, H. (2013). Sowing date and N application effects on tap root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. Christian-Albrechts-University, Kiel, Germany.
- Topinka, A.K.C., Downey, R.K & Rakow, G.F.M. (1991). Effect of agronomic practices on the overwintering of winter canola in southern Alberta. s. I: (eds. D.L, Gregor) *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, pp. 665-670.
- Sierts, H.P., Geisler, G., Le´on, J & Diepenrock, W. (1987). Stability of yield components from winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 158, 107-113.
- Snapp, S. S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J. R., Leep, R., Nyiraneza, J & O’Neil, K. (2005). Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Journal of Agronomy and Crop Science* 97, 322-332.
- Szczygielski, T & Owczarek, E. (1988). Response of new winter rape varieties to the sowing density. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> Rapeseed Congress*. Poznan. Poland, pp. 868-878.
- Wild, A. (1988): Russell’s soil conditions and plant growth. *Longman Scientific Technical*, 11, 991.
- Williams, S. M. & Weil, R. R. (2004). Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. *Soil Science Society of America Journal*, 68, 1403-1409.

## 8.1. Muntliga källor

### Muntlig kommunikation

- Albin Gunnarson, a, (2014-08-10). Markering av plantor. Sveriges frö-och oljeväxtodlare.
- Albin Gunnarson, b, (2015-03-09). Generella tips och diskussion om raps och resultat. Sveriges frö-och oljeväxtodlare.
- Maria Gunnemann. (2015-02-05). Junior Breeder for Winter Oilseed Rape at Syngenta.
- Inger Juremalm (2015-01-29). TruMac- analys. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Henrik Clason (2015-01-27). Dvärgväxt av raps. Du Pont.
- Lena Engström (2015-02-12). Omvandlingsfaktor från färskvikt till torrsubstans i raps. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Maria Kaliff Stenberg (2015-02-24). Torrsvikt biomassa rapsrötter. Lantmännen Lantbruk. Malmö.

## 8.2. Internetkällor

Svensk raps AB, a, (2015-01-29) Såtiden och sortvalets betydelse vid höstoljeväxtodling.  
[http://www.svenskraps.se/2020/dokument/slutredovisning/07\\_satid-ovrigt-fran-word.pdf](http://www.svenskraps.se/2020/dokument/slutredovisning/07_satid-ovrigt-fran-word.pdf)

Svensk raps AB, b, Kvävegödsling på våren till höstraps med anpassning till grödans kväveupptag på hösten.  
[http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01652\\_optimalNgivavarhostraps-2dok\\_2013.pdf](http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01652_optimalNgivavarhostraps-2dok_2013.pdf).

Lantmännen Lantbruk (2015-01-29). Moderna verktyg i hybridförädlingen.  
<http://www.forsoken.se/Konferens/OSF/2013/19-Moderna%20verktyg%20i%20hybridforadlingen.pdf>

Jordbruksverket (2014-11-27). Areal av höstraps.  
[http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Arealer/JO18SM1401/JO18SM1401\\_kommentarer.htm](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Arealer/JO18SM1401/JO18SM1401_kommentarer.htm)

Jordbruksverket, Lantmet (2015-01-13).  
<http://www.ffe.slu.se/lm/LMHome.cfm?LMSUB=1>

Lerhaltsundersökningar. Eurofins (2015-02-11).  
<http://www.eurofins.se/tjanster/lantbruk/jord-lantbruk/markkartering.html>

Nationalencyklopedin (2015-01-28).  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/somatisk-hybridisering>

Regional, a, (2015-02-02). Breeding of hybrid varieties of winter oilseed rape based on the MSL.  
<http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/258.htm>

Regional, b, (2015-02-23). Environmental and agronomic factors effect on the growth of rape leaves in autumn.  
<http://www.regional.org.au/au/gcirc/2/392.htm#TopOf Page, 10 March 2010>.

SAS (JMP) Statistikprogram, (2015-01-29).  
<http://www.jmp.com/>

Statistiska centralbyrån (SCB) (2015-01-13). Statistik över skörd av höstraps.  
[http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_JO\\_\\_JO0601/SkordarL/table/tableViewLayout1/?rxid=0f877a93-f9f8-4244-be64-22428f956e0c](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__JO__JO0601/SkordarL/table/tableViewLayout1/?rxid=0f877a93-f9f8-4244-be64-22428f956e0c)

SMHI, a, (2014-04-23). Vegetationsperiod.  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270>

SMHI, b, (2014-10-28). Klimatindikator, hur påverkas vegetationsperiodens längd.  
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/klimatindikator-vegetationsperiodens-langd-1.7887>

Syngenta (2015-02-22). Breeding a new hybrid family.  
[http://www.syngenta-crop.co.uk/pdfs/the-rape-grower/The\\_rape\\_grower\\_issue\\_17\\_may\\_2008.pdf](http://www.syngenta-crop.co.uk/pdfs/the-rape-grower/The_rape_grower_issue_17_may_2008.pdf)

