

Tillväxtreglering i höstraps

Growth regulation in rape

Gunnar Cederberg



Examensarbete 30 hp

Självständigt arbete i biologi– magisterarbete
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Tillväxtreglering i höstraps

Growth regulation in rape

Gunnar Cederberg

Handledare: Jannie Hagman, forskningsledare vid Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

Biträdande handledare: Anders Ericsson, HS konsult AB

Examinator: Martin Weih, Professor vid Institutionen för växtproduktionsekologi; Enheten för växtekologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi– magisterarbete

Kurskod: EX0732

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

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU

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

Nyckelord: Fältförsök, Mepikvat-klorid, Metkonazol

Sammanfattning

Tillväxtreglering av raps får sedan våren 2018 tillämpas i Sverige. Detta har tidigare varit godkänt i flera andra EU länder. Preparatet som godkändes av Kemikalieinspektionen var Caryx® från företaget BASF. Caryx® innehåller de aktiva substanserna mepikvat-klorid och metkonazol. Dessa aktiva substanser hämmar gibberellinsyntesen hos växterna, vilket ger en minskad och förändrad tillväxt.

Syftet med detta arbete är att testa Caryx® under svenska förhållanden för att förstå effekten av behandling i höstraps. Ett stort problem inom rapsodlingen är risken för utvintring, något som kan motverkas med hjälp av tillväxtreglering i höstrapsen.

Caryx® har i denna studie testats i två fältförsök strax norr om Uppsala under odlingssäsongen 2018/19. Två olika behandlingstidpunkter och två olika doser testades. Under hösten och den efterföljande våren graderades olika variabler hos rapsen för att förstå hur plantornas tillväxt påverkats av respektive behandling. Resultatet visar bland annat att rapsplantorna fick en kortare stjälk och en lägre tillväxtpunkt medan rothalsdiametern ökade vid behandling. Sannolikt har effekten på dessa variabler haft en positiv inverkan på rapsens övervintring. Resultaten visar att det finns flest plantor i de led som behandlats, störst har effekten varit vid en tidig tidpunkt, oavsett dos. Försöken indikerar därför att rapsens möjlighet att klara vintern ökar med en tidig behandling med Caryx® samt att dosen då kan hållas nere, vilket är positivt både för miljö och ekonomi.

Abstract

Growth regulation in rape was during spring 2018 approved in Sweden. It has previously been approved in several EU countries. The product that got approved by Swedish chemicals Agency was Caryx®. The active substances in the product are mepiquat-clorid and metconazol. These active substances inhibit the gibberellin synthesis in the plants which gives a reduced and modified growth. The aim of this study is to test Caryx® under Swedish conditions to understand the effect of the treatment. A major problem in rape culture is the risk that the plants will be freeze-injured during the winter, which can be counteracted with growth regulation in the fall.

In this study, Caryx® has been tested in two field trials in Uppsala during the growing season of 2018/19. Two different dates for treatment and two different doses were tested. Different parameters were graded during the fall and the following spring to understand how the growth of the plants was affected by the treatment. The result shows that the rape plants got a shorter stem and a lower growth point while the root diameter was increased with treatment. These are factors that are considered to improve the winter hardiness of the rape plants. The result shows that there are more rape plants in the treated areas, with highest impact by an early treatment regardless of the dose. The trials indicate therefore that the rape has the highest chance to survive the winter with an earlier treatment with Caryx®, and that the dose can be kept low. This is something that is good both for the environment and the farmers economic result.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Tillväxtreglering av raps på hösten förbättrar övervintringen

I denna studie visas att behandling med Caryx® i rapsen på hösten ger rapsplantorna större möjlighet att klara vinterns tuffa påfrestningar i Mälardalen. Resultatet visar tydligt att en tidig behandling ger bäst effekt i form av en ökad övervintring. Vid en tidig behandling kan också i stort sett samma resultat uppnås med en lägre dos av Caryx®. Då utvintring av höstraps är ett stort problem för många lantbrukare är en möjlighet att förbättra övervintringen genom tillväxtreglering av rapsen ett bra verktyg för att öka säkerheten i odlingen.

För att förstå hur tillväxtreglering ska användas på bästa i rapsodlingen i olika delar av landet är det viktigt att studera effekten under olika förhållanden i fält. I detta examensarbete testades effekten av Caryx® i höstraps i två fältförsök strax utanför Uppsala under hösten 2018 och våren 2019. Då utvintring av höstraps ofta är ett problem i detta odlingsområde är förhoppningen att resultaten från försöken ska kunna ligga till grund för råd till rapsodlare i området.

I försöken testade två olika doser av Caryx® vid två olika behandlingstidpunkter. För att förstå hur rapsplantorna påverkades av behandlingen med Caryx® studerades flera olika tillväxtparametrar som antogs påverka rapsens övervintring. Resultatet visar tydligt att övervintringen förbättrades med behandling då en planräkning under våren visade färre överlevande plantor i de obehandlade leden.

För att studera inverkan på skördenivån, som trots allt är den mest intressanta parametern, kommer de olika leden i försöken att skördas utanför ramen för detta examensarbete. Ett arbete som kommer att göra av HS Konsult, som också kommer att använda resultaten från försöken i sin framtida rådgivning till rapsodlare i Mälardalen.

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Sammanfattning | 2 |
| Abstract | 3 |
| Populärvetenskaplig sammanfattning | 4 |
| Tillväxtreglering av raps på hösten förbättrar övervintringen | 4 |
| Tillväxtreglering i höstraps | 6 |
| Bakgrund | 6 |
| Syfte | |
| Rapsodling i Sverige | 6 |
| Utvintring | 7 |
| Tillväxtreglering | 8 |
| Aktiva substanser i Caryx® | 8 |
| Europeiska studier | 9 |
| Material och metoder | 9 |
| Resultat | 13 |
| Stjälklängd | 14 |
| Tillväxtpunktens höjd över marken | 15 |
| Beståndshöjden | 16 |
| Bladlängd | 17 |
| Plantor per kvadratmeter under våren | 18 |
| Rothalsens diameter | 19 |
| Rotens vikt | 19 |
| Rotens längd | 20 |
| Diskussion | 20 |
| Referenser | 24 |
| Tryckta källor | 24 |
| Nätpublikationer | 25 |
| Icke publicerat material | 25 |

Tillväxtreglering i höstraps

Bakgrund

Under våren 2018 beslutade kemikalieinspektionen att tillåta tillväxtreglering i höstraps. Preparatet som blev godkänt är Caryx® (kemikalieinspektionen 2018). Tillväxtreglering har tidigare varit godkänt i flera andra länder i Europa, bland annat Tyskland och Litauen. För att kunna ge rapsodlare i Sverige praktiska råd om hur Caryx® ska användas för bästa effekt behöver tillväxtreglering testas i fält under svenska förhållanden. Detta kan göras i lokala fältförsök där relevanta faktorer kopplade till rapsens tillväxt studeras i förhållande till dos och behandlingstidpunkt. Mitt examensarbete är därför baserat på två fältförsök, som har studerats under hösten 2018 och början av våren 2019. Det är inte praktiskt möjligt att skörda försöken inom tidsramen för examensarbetet. Detta kommer därför ske utanför arbetet.

Syfte

Syftet med detta examensarbete är att testa tillväxtreglering med Caryx® i fält för att se hur det påverkar rapsplantorna i en odling utanför Uppsala under säsongen 2018/19. Slutsatserna från arbetet ska bidra till riktlinjer och praktisk rådgivning kring hur tillväxtreglering kan användas i praktiken.

Rapsodling i Sverige

Raps har odlats sedan 1500-talet i Europa, men det är först under 1960-talet som det blivit en stor gröda runt om i Europa (Fogelfors, 2001). Idag är raps den vanligaste oljeväxtgrödan i Sverige och en av våra viktigaste avbrottsgrödor i dagens spannmålstäta växtföljder. Raps tillhör familjen Brassicaceae och har det latinska namnet *Brassica napus* L. Den första rapsen odlades redan på 1700-talet i Sverige, dock dröjde det enda till andra världskriget innan rapsodlingen kom igång ordentligt. Anledningen till den stora ökningen av rapsodlingen var att Sverige då skulle bli mindre beroende av import av proteinrikt fodermjöl och vegetabiliska oljor. Tidigare var lin den dominerande oljeväxten. Arealen raps var sedan relativt stabil, med cirka 165 000 hektar, fram till Sveriges inträde i EU då den minskade kraftigt. Den kraftiga minskningen berodde främst på minskad lönsamhet efter att vissa ekonomiska stöd till rapsodlingen togs bort.

I Sverige odlas både höstraps och vårraps (Svensk raps, 2018). Vårrapsodlingen var relativt stor fram till 2014, då den effektiva betningen med neonikotinoider

mot jordloppor förbjöds inom EU. Odlingen av vårraps sjönk då kraftigt från 50 949 hektar år 2013 till 14 341 hektar år 2014. Odling av höstraps har däremot ökat de senaste åren och år 2017 odlades 105 535 hektar. På grund av Sveriges klimat så finns det stora utmaningar med odlingen av höstraps (Fogelfors, 2015). Höstrapsen har sin klimatgräns norr om Mälardalen, detta på grund av stor risk för utvintring vid odling längre norrut. Dock gör arbetet med att ta fram mer vintertåliga sorter att odlingsgränsen för höstrapsodling flyttas norrut.

Utvintring

Det finns många olika anledningar till att rapsen utvintrar (Gunnarsson, 2013). Några av anledningarna kan vara ett för tätt bestånd med för många plantor, små och för dåligt utvecklade plantor, eller en vinter med för långvarigt snötäcke. Plantornas storlek är ofta kopplade till såtidpunkt och utsädesmängd men vädret under rapsens första månader är också av stor betydelse. För att ett rapsbestånd ska ha bra möjligheter att klara en hård vinter finns vissa riktmärken för hur rapsbeståndet bör se ut på hösten. Rapsplantan bör ha en rothals med en diameter på 5 till 16 millimeter, och en sträckning av tillväxtpunkten på under 20 millimeter från marken. Detta kan uppnås bland annat genom en optimerad såtidpunkt, tillsammans med en optimal utsädesmängd (Mendham & Salisbury, 1995). En annan anledning till utvintring är att rapsen förväxer sig på hösten. För att minska risken för detta, finns som tidigare nämnts, idag även i Sverige en möjlighet att tillväxtreglera rapsen kemiskt. Detta kan till exempel göras med Caryx® som är ett kemiskt preparat från företaget BASF.

I Norge gjordes en studie mellan 2006 och 2009 för att undersöka varför rapsen utvintrar (Waalén et al., 2013). I studien testades olika faktorer för att minska risken för utvintring. Här var då såtidpunkt och utsädesmängd de huvudsakliga faktorerna som undersöktes. Under växtsäsongerna studerades vädret för att kunna dra slutsatser hur det påverkat rapsens övervintring. Variationen av väder mellan åren visade sig spela stor roll för rapsens övervintring. I studien fanns ett tydligt samband mellan dagar utan snö i december och rapsens överlevnad. På grund av klimatet i Norden, som under hösten karakteriseras av mycket moln och lite solljus, kan växten ha svårt att hinna anpassa sig till låga temperaturer. En viktig nyckel för växtens anpassning är solljus, som gör att fotosyntesen kan fortgå och växten kan bilda viktiga frostskydds-sockermolekyler (Rapacz, 1998). Därför kan plantorna hinna med att acklimatisera sig mer till kylan om det är barmark i december. En annan kritisk period för rapsplantorna är vårvintern, med stora variationer i temperatur och nederbörd (Waalén et al., 2013). När smältvatten från snön blir stående på fälten och sedan fryser när temperaturen åter sjunker är risken stor att rapsen skadas av isbränna.

Tillväxtreglering

Kemisk tillväxtreglering används i jordbruks- och trädgårdsgrödor för att minska oönskad stråskjutning. Samtidigt är det viktigt att de kemiska preparat som används inte är toxiska eller minskar plantans produktivitet (Rademacher, 2000). Ett problem i stora delar av världen är stråknäckning och att grödan lägger sig. Detta kan bland annat drabba grödor som spannmål, raps, lin och ris. För att motverka detta används olika tillväxtreglerande preparat frekvent i många länder i dagens moderna jordbruk (Rademacher, 2015). Detta är framför allt vanligt i råg. Som ett tydligt exempel på detta kan nämnas att år 2012 tillväxtreglerades 100 procent av rågen i Storbritannien (Garthwaite et al. 2012).

Växternas tillväxt och utveckling styrs av kemiska ämnen i form av hormoner som även kallas tillväxtsubstanser eller tillväxtregulatorer. Trots låga koncentrationer och långa avstånd kan dessa ämnen fungera som budbärare och samordnare mellan växtens celler (Fogelfors, 2015). Definitionen av ett tillväxtreglerande preparat är att det påverkar hormonbalansen i växten (Rademacher, 2015). De flesta tillväxtreglerare fungerar genom att motverka gibberellinsyntesen genom anti-gibberelliner. Gibberelliner är en grupp av växthormoner som stimulerar celledelning och cellsträckning. Hög halt av gibberelliner ger därför en kraftigt stjäktillväxt. Genom tillförsel av gibberelliner eller anti-gibberelliner kan där igenom växternas tillväxt förändras. I en del odlingar tillsätts gibberelliner för att få en önskad tillväxt, till exempel i odling av sockerrör, medan en betydligt vanligare tillämpning är att använda anti-gibberelliner för att minska stjäktillväxten i stråsäd (Fogelfors, 2015). Redan på 1800-talet började forskningen med gibberelliner i Japan (Rademacher, 2015). Forskningen var då inriktad på att motverka svampsjukdomen *Gibberella fujikuroi* som orsakar onormal stråskjutning hos risplantor. Det dröjde dock ända till 1950-talet innan forskare i USA och Storbritannien började jobba med gibberelliner som tillväxtreglerare.

Aktiva substanser i Caryx®

Mepikvat-klorid som är en av de aktiva substanserna i Caryx® togs fram redan år 1979 av företaget BASF och blev framgångsrikt i bomullsodlingar. Utöver mepikvat-klorid innehåller Caryx® även den aktiva substansen metkonazol (Rademacher, 2000). De aktiva substanserna i Caryx® påverkar växten genom systemisk kontakt och motverkar gibberellinsyntesen vilket bland annat resulterar i en mindre stjäksträckning. De olika kemiska substanserna brukar delas upp i olika grupper beroenden på hur de påverkar gibberellinsyntesen hos växten. Mepikvat-klorid hämmar aktiviteten i kloroplaster av enzym som behövs för syntesen av hormonet gibberellin (Rademacher, 2015). Metkonazol är i grunden en fungicid men hämmar även den gibberellinsyntesen hos rapsplantan. Under åren har den använts som enskild substans, eller tillsammans med andra tillväxtreglerare, i många olika grödor runt om i världen. Några saker som gör att mepikvat-klorid och metkonazol tillsammans är en effektiv tillväxtreglerare är till exempel att mepikvat-klorid har en långsam verkningshastighet medan metkonazol har en snabbare verkningshastighet. Metkonazol har även en kortare verkningsstid medan

effekten av mepikvat-klorid är mer långtidsverkande. Samtidigt är det ett problem att rester av mepikvat-klorid har hittats i olika livsmedel som till exempel kaffeböror och veteprodukter (Rademacher, 2000). Därför är mepikvat-klorid en omdiskuterad aktiv substans som tidigare inte varit godkänd i Sverige. Det pågår även en debatt om framtida totalförbud inom EU (Muntligen Thomas Wildt-Persson, 2018).

Europeiska studier

Tillväxtreglering i höstraps används i många länder runt om i Europa. I Litauen gjordes en omfattande studie med höstraps där olika faktorer testades för att få en hög övervintring och så hög avkastning som möjligt (Balodis et al., 2015). I försöket testades bland annat olika såtidpunkter, gödslingsstrategier och användning av kemiska preparat. Ett av de preparat som användes var Folicur®. I Sverige är Folicur® registrerat som ett svamppreparat men det antas även ha en tillväxtreglerande effekt. Folicur® innehåller den aktiva substansen tebukonazol som också påverkar gibberellinsyntesen hos rapsplantorna. Försöket gjordes mellan åren 1999–2002. År 1999 och 2001 blev det ingen merskörd vid behandling medan det under 2001 och 2002 blev en merskörd. Över de fyra åren blev det i medel en merskörd på 160kg per hektar. Eftersom det är en stor variation mellan åren och Folicur® också motverkar olika svampangrepp så är det svårt att säga vad effekten beror på.

I Storbritannien gjordes en studie med fem parallella försök varje år mellan 1999 och 2007, med målet att undersöka hur rapsskördarna skulle kunna höjas (Berry, et al. 2009). I försöken testades bland annat hur substanserna metkonazol och triazol påverkar rapsen vid olika behandlingstidpunkter. Faktorer som studerades var bland annat skörd, antal frön per kvadratmeter, frönas storlek, om rapsen lagt sig och rötternas längd. De fem försöken var utformade med olika design för att testa olika faktorer, till exempel så testades olika utsädesmängd vid olika såtidpunkter och olika gödslingsstrategier. Resultaten från studien visar på en skördeökning vid användning av metkonazol. Mätningar i försöken visar på ett minskat problem med att rapsen lägger sig med en förkortad stjälk. Användning av metkonazol på våren visar på en bättre rotutveckling vilket gav en merskörd på 200 till 300 kilo per hektar under torra år.

Material och metoder

För att undersöka effekten av tillväxtreglering med preparatet Caryx® genomfördes två fältförsök i höstraps hösten 2018. Försöken placerades ut i befintlig höstraps i två fält på Hesselby gård strax norr om Uppsala. Fälten som brukas konventionellt såddes med hybridsorten Aтора den tredje augusti. Förfrukten var höstvete. Rapsen såddes med såmaskinen Horsch Pronto och gödslades med 225 kilo Axan per hektar vilket ger ungefär 60 kilo kväve per hektar. Under hösten gjorde lantbrukaren ogräsbehandlingar med preparaten Salsa® och Agil®.

Rapsen studerades noggrant innan försöken lades ut, detta för att hitta den plats på fälten där rapsen var som jämnast. Försöken lades ut som randomiserade tvåfaktoriella blockförsök med fyra replikat och med behandlingstidpunkt (utvecklingsstadier) och behandlingsdos som försöksfaktorer. Behandlingstidpunkterna var utvecklingsstadierna 16 (DC 16) och 18 (DC 18), och preparatdoserna var 0,7 l/ha respektive 1,4 l/ha Caryx®, se tabell 1. Grundrekommendationen från BASF är att behandla rapsen med Caryx® i utvecklingsstadium 14–16 med dosen 0,7 l/ha vilket i detta arbete benämns som hel dos. Dosen 1,4 l/ha är den maximala dosen som får användas under ett år, vilket benämns som dubbel dos i detta arbete.

Storleken på försöksparcellerna anpassades efter standard för Sveaförsök vilket betyder att varje parcell är minst tolv meter lång och fyra meter bred. Rutorna mättes ut med en famnstake och markerades ut med stickor. De två försöken hade samma försöksupplägg, det som skiljde dem åt var att de placerades på olika fält. Innan första behandling gjordes en avgränsning mellan varje parcell med hjälp av en ryggspruta med Roundup, för att få en rak linje spändes ett snöre upp mellan markeringsstickorna. För att utföra behandlingarna användes en av Hushållnings-sällskapetets försöksprutor. Denna spruta användes för att spruta ett försöksled åt gången. Preparatet som användes kom färdigberett från BASF.

Tabell 1. Försöksfaktorer och ledbeteckningar i försöken

| Ledbeteckning | Beskrivning av försöksfaktorerna |
|---------------|---|
| 1 | Obehandlat |
| 2 | Dos 0,7 l/ha, DC 16 (rapsen har 6 stycken blad) |
| 3 | Dos 1,4 l/ha, DC 16 |
| 4 | Dos 0,7 l/ha, DC 18 (rapsen har 8 stycken blad) |
| 5 | Dos 1,4 l/ha, DC 18 |

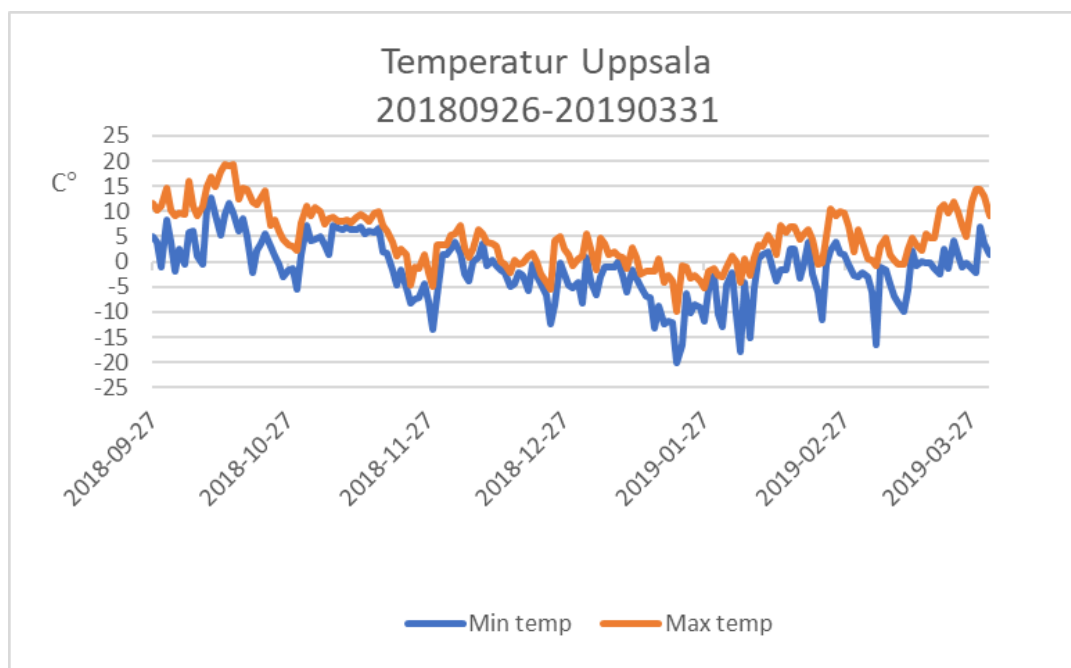
Försöket startade den 26 september 2018 med graderingar och mätningar samt behandlingar i led två och tre. Tre veckor efter första behandlingen gjordes den andra behandlingen då i led fyra och fem. Under hösten och våren gjordes mätningar och graderingar vid olika tidpunkter i de olika försöksleden enligt tabell 2. Planträknningen gjordes genom att en halv kvadratmeter räknades två meter in från varje ände på parcellerna, i varje parcell räknades totalt antal plantor på en kvadratmeter. Procent marktäckning var en okulär bedömning som gjordes utifrån en mall för bedömning av marktäckning. Beståndshöjd, stjäklängd, bladlängd och tillväxtpunktens höjd mättes med hjälp av en tumstock medan rothalsdiametern mättes med ett skjutmått. Dessa mätningar gjordes på fem slumpmässigt valda plantor i varje parcell. Stjäklängd och bladlängd mättes på rapsplantans senast fullt utvecklade blad. Siffrorna från mätningarna räknades om till medelvärde för det fem plantorna. När graderingen tre veckor efter sista behandlingen gjordes grävdes de fem slumpmässiga utvalda plantorna upp och samlades in. Plantor torkades sedan i torkskåp vid 105 °C under ett dygn för att sedan vägas. Roten separerades från

plantan och vägdes separat för att mäta biomassan över och under jord. Rötterna Rotlängden mättes och rötterna studerades för att kunna se eventuella skillnader.

Den 13 november 2018 togs rutvisa prover för att analysera kväveinnehållet i rapsens blad. Detta gjordes i försöksled ett, tre och fem, som var behandlade med 1,4 liter Caryx®. I vart och ett av dessa led valdes slumpmässigt tio plantor, där det senast fullt utvecklade bladet klipptes och samlades in. Sammanlagt blev det 24 prover som sedan torkades. Efter att proverna torkat i 60 °C under fyra dygn lämnades proverna till analys för att undersöka det totala kväveinnehållet (Agrilab, Uppsala). Analysen utfördes genom en torrförbränning av torkat material på en LECO CN-2000 maskin.

De variabler som studerades är utvalda i samråd med handledare och representant från BASF som säljer preparatet Caryx®. Utifrån den samlade bedömningen är detta därför de variabler som ansågs mest intressanta att studera i dessa försök. De valda parametrarna är alla också på något sätt kopplade till rapsplantornas tillväxt och därigenom påverkar de sannolikt även övervintring och skördenivå. Enligt litteraturen från andra studier är det också just dessa variabler som påverkas av tillväxtreglerande preparat (Balodis et al., 2015). Tillväxtpunktens höjd över marken och rothalsens diameter är två vanligt förekommande variabler när rapsbestånd studeras och diskuteras, i många fall kan de även kopplas till rapsens övervintring (Waaen et al., 2013). Beståndshöjd, stjäklängd och bladens längd är alla variabler som är lätta att studera och jämföra. De har därför tidigare använts även i andra studier. Rotvikt är också kopplat till plantans övervintringsförmåga. Att gräva upp plantorna för att mäta rotvikt och rotlängd är en annan vedertagen metod som också användes i denna studie, då den är särskilt lämpad för rapsplantor då de har en pålrot. Provstorleken är anpassad till den tillgängliga tidsramen för arbetet.

För att mäta övervintringsförmåga gjordes en planräkning under hösten. Under våren gjordes sedan ytterligare en planräkning för att se hur vintern har påverkat antalet plantor i rapsbeståndet. Antalet plantor är ett tydligt mått på hur övervintringen hos rapsen varit, samt vilken inverkan de olika behandlingarna haft. För att kunna dra slutsatser om hur vädret har påverkat under hösten och vintern redovisas väderdata från närmaste väderstation som ligger cirka fem kilometer från försöken, figur 1.



Figur 1, Maximum och minimum temperatur under försöksperioden 270918–270319. Temperarutmätningen kommer från SMHI:s väderstation i Uppsala cirka fem kilometer från försöksplatserna.

Tabell 2. Datum för mätningar i de olika försöksleden under försöksperioden. Siffran motsvarar försöksled enligt tabell 1

| Variabel | Datum för mätningar i de olika försöksleden | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | 26-09-18 | 09-10-18 | 30-10-18 | 20-03-19 |
| Rothalsdiameter | 1 | 1 | 1,2,3,4,5 | |
| Rotvikt | | | 1,2,3,4,5 | |
| Rotlängd | | | 1,2,3,4,5 | |
| Stjälklängd | 1 | 1 | 1,2,3,4,5 | |
| Tillväxtpunktens höjd över marken | 1 | 1 | 1,2,3,4,5 | |
| Biomassa | | | 1,2,3,4,5 | |
| Beståndshöjd | 1 | 1 | 1,2,3,4,5 | |
| Bladlängd | 1 | 1 | 1,2,3,4,5 | |
| Plantor mer m ² | 1,2,3,4,5 | 1,2,3,4,5 | | 1,2,3,4,5 |
| Marktäckning | 1,2,3,4,5 | 1,2,3,4,5 | 1,2,3,4,5 | 1,2,3,4,5 |

Alla data från mätningarna i försöket sammanställdes och kördes i statistiska programmet SAS (Ramon et al., 2002). I ett första steg gjordes en variansanalys med faktorerna försök, led, samspel mellan led samt block inom försök. Om det fanns

samspel mellan försök och led analyserades försöken var för sig för dessa responsvariabler. När försöken analyserades var för sig innehöll variansanalysen faktorerna led och block. I SAS proceduren mixed användes statement lsmeansestimate för att testa speciella kontraster. I ett första steg testades kontrasten mellan genomsnittet av de fyra behandlade leden och obehandlat. I nästa steg testades de behandlade leden för följande kontraster: i) skillnad mellan de två behandlingstidpunkterna i genomsnitt över doserna, ii) skillnad mellan de båda doserna, genomsnitt över behandlingstidpunkt, iii) samspel mellan tidpunkt och dos. I SAS räknades även medelfelet ut för varje parameter.

Resultat

Resultat från försöken visar att det finns samspel mellan de två försöken för variablerna rothalsens diameter, rotens vikt och biomassa. Detta samspel består i att försöken reagerade olika när det gällde att fånga upp skillnader för responsvariablerna och den fortsatta analysen kunde bara påvisa skillnader för rotvariablerna i ett av försöken och det är resultatet från detta försök som redovisas i figurerna 7 och 8. För variablerna stjäklängd, tillväxtpunktens höjd över marken, beståndshöjden, bladlängd och plantor per m² under våren, fanns inget samspel mellan försöken och försöken redovisas därför tillsammans i figurerna 2, 3, 4, 5 och 6. Resultaten från de statistiska analyserna redovisas i tabellerna 3 och 4. Statistiska skillnader kunde främst visas på det ovanjordiska mätvariablerna stjäklängd, tillväxtpunkts höjd över marken, beståndshöjd och bladlängd (tabell 3). För biomassa ovan jord fanns ett svagt samspel mellan dos och behandlingstidpunkt i ett av försöken och störst biomassa erhöles vid tidig behandling då hel dos användes, men vid sen behandling erhöles störst biomassa då dubbel dos användes. Några skillnader mellan kväveinnehållet i bladen kunde inte påvisas.

Tabell 3. Resultat från variansanalys då försöken analyserades tillsammans. I tabellerna redovisas sannolikheter (P) för försöksfaktorerna Behandlat-Obehandlat, Behandlingstidpunkt, Behandlingsdos samt samspel Tidpunkt-Dos för responsvariablerna: Stjäklängd, tillväxtpunktens höjd över marken, beståndshöjd, bladlängd samt plantbestånd på våren. Signifikansnivå 5 %

| Försöksfaktor | Responsvariabel | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|-----------|--------------------------------|
| | Stjäklängd | Tillväxtpunktens höjd över marken | Beståndshöjd | Bladlängd | Plantor per m ² vår |
| Behandlat - Obehandlat | 0,001 | <,0001 | <,0001 | 0,023 | 0,0399 |
| Tidpunkt 1 - Tidpunkt 2 | 0,001 | NS | 0,0058 | 0,0206 | 0,0289 |
| Dos 1 - Dos 2 | 0,0301 | NS | 0,0028 | NS | NS |
| Samspel: Tidpunkt x Dos | NS | NS | NS | NS | NS |

1) NS= ingen signifikans

Tabell 4. Resultat från variansanalys då försöket analyserade var för sig. I tabellerna redovisas sannolikheter (P) för försöksfaktorerna Behandlat-Obehandlat, Behandlingstidpunkt, Behandlingsdos samt samspel Tidpunkt-Dos för responsvariablerna; rothalsdiameter, rotvikt, biomassa över jord, samt rotlängd. Signifikansnivå 5 %

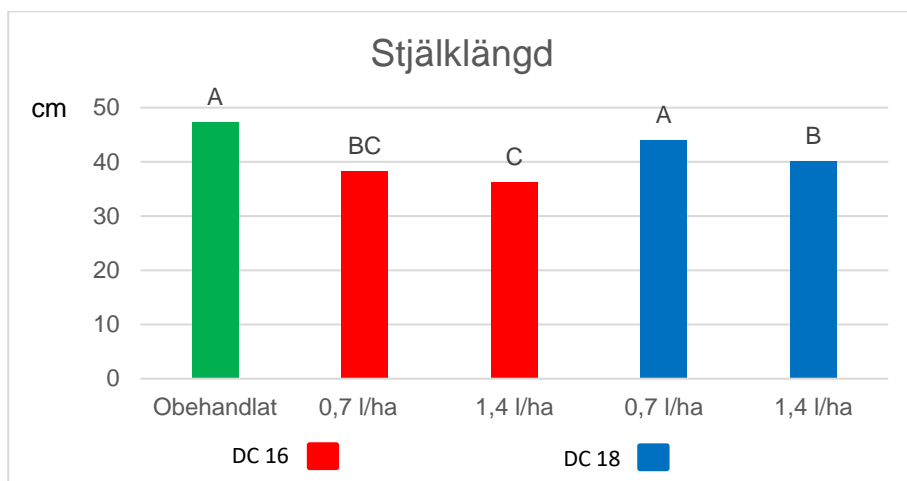
| Försöksfaktor | Responsvariabel | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------------|----|----------|--|
| | Rothalsens diameter | | | | Rotvikt | | Biomassan ovanjord | | Rotlängd | |
| | Försök | | Försök | | Försök | | Försök | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | |
| Behandlat – Obehandlat | NS ¹⁾ | 0,0162 | NS | 0,0091 | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Tidpunkt 1 – Tidpunkt 2 | NS | 0,0001 | NS | 0,002 | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Dos 1 – Dos 2 | NS | 0,0314 | NS | 0,0062 | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Samspel: Tidpunkt x Dos | NS | 0,0084 | NS | NS | NS | 0,0327 | 0,0173 | NS | NS | |

1) NS= ingen signifikans

Stjälklängd

Stjälklängden hos rapsplantorna påverkas av behandling med Caryx®, se figur 2. I de statistiska uträkningarna finns signifikanta skillnader, se tabell 3. Obehandlat led hade vid mättidpunkten en stjälklängd på 47 centimeter. Behandling med hel dos vid utvecklingsstadium 16 hade 9,1 centimeter kortare stjälek än obehandlat. Dubbel dos hade vid samma tillfälle 11,1 cm kortare stjälek än obehandlat. En skillnad i stjälklängd på endast 2 centimeter mellan behandlingarna i utvecklingsstadium 16.

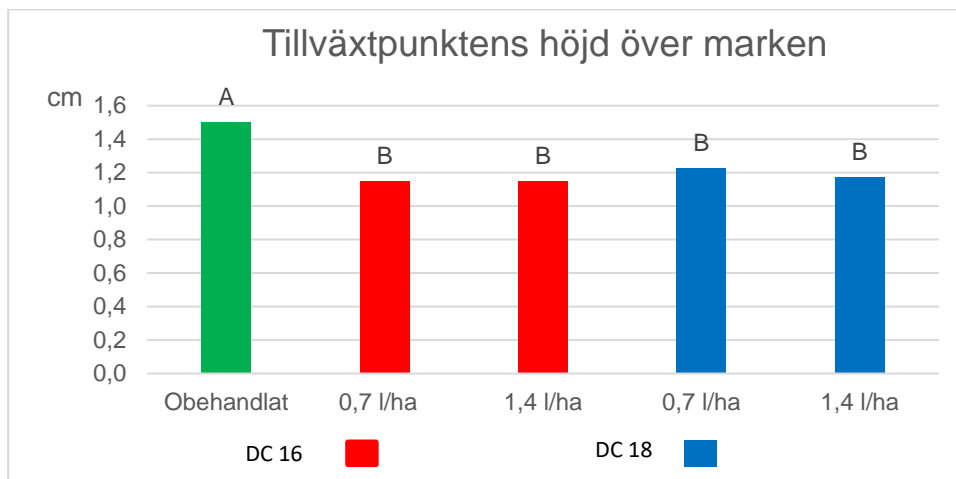
Även av behandling i utvecklingsstadium 18 blev effekten av behandling en förkortad stjälek. Effekten var dock större med dubbel dos. Med hel dos visade Caryx® endast en liten effekt, med 3,3 centimeter kortare stjälek jämfört med obehandlat. Medan dubbel dos visade 7,2 centimeter kortare stjälek jämfört med obehandlat.



Figur 2, Stjälklängd (cm) hos rapsplantor behandlade med hel och dubbel dos (0,7 resp. 1,4 l/ha) Caryx® i två utvecklingsstadier (DC 16 och DC 18). Genomsnitt för två försök n=8, med ett medelfel på 1,3. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda åt, signifikansnivå 5 %.

Tillväxtpunktens höjd över marken

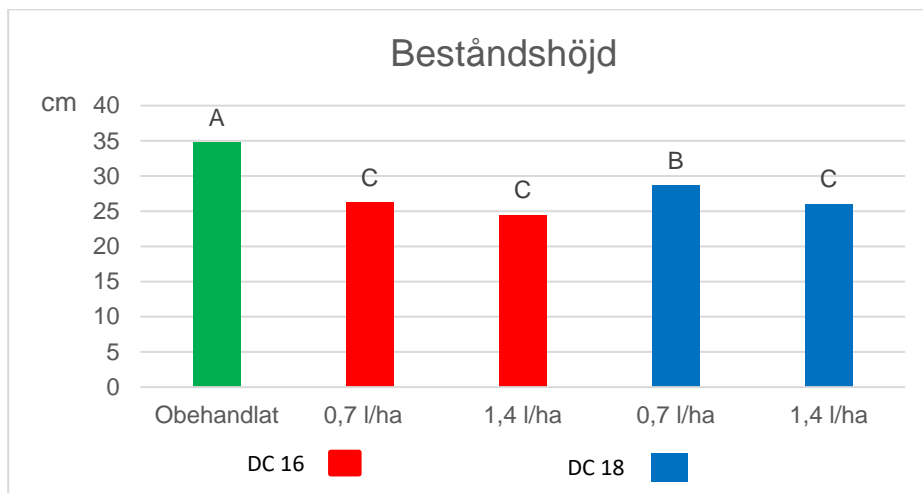
Hur högt rapsplantans tillväxtpunkt stäcker sig från marken påverkades av behandling med Caryx®, se figur 3. I försöken kan en skillnad mellan behandlat och obehandlat påvisas. Mellan behandlingstidpunkt och dos finns ingen statistiskt signifikant skillnad, se tabell 3. I obehandlat led hade plantorna en tillväxtpunkt som sträckt sig 1,5 centimeter över marken. Behandling i utvecklingsstadium 16 hade en tillväxtpunkt som sträckt sig 1,15 centimeter över marken.



Figur 3, Tillväxtpunktens höjd över marken (cm) hos rapsplantor behandlade med hel och dubbel dos (0,7 resp. 1,4 l/ha) Caryx® i två utvecklingsstadier (DC 16 och DC 18). Genomsnitt för två försök n=8, med ett medelfel på 0,03. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5 %.

Beståndshöjden

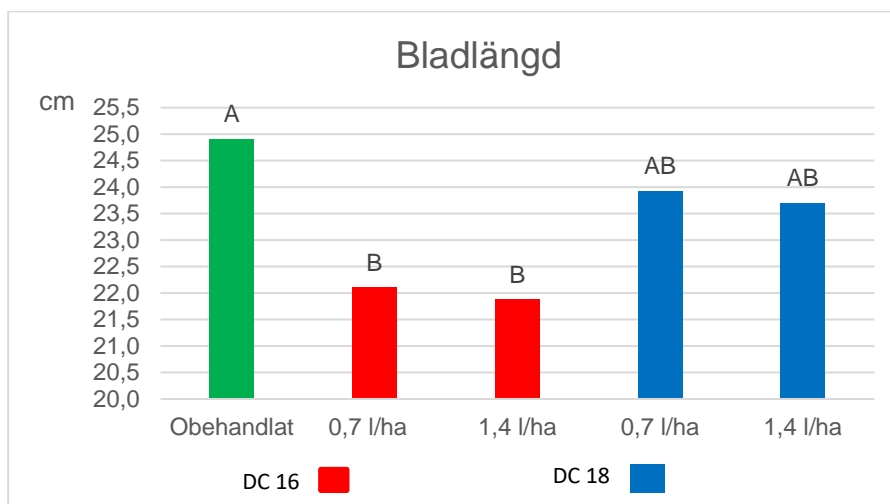
Höjden på rapsbeståndet påverkades av behandling med Caryx®, se figur 4. Både behandlingstidpunkt och dos hade betydelse för effekten, se tabell 3. Det obehandlade ledet hade en beståndshöjd på 34,7 centimeter. Störst effekt fanns i behandling med dubbel dos i utvecklingsstadium 16, som hade en beståndshöjd på 24,4 centimeter, vilket är 30 procent mindre än obehandlat. Hel dos vid utvecklingsstadium 16 hade samma effekt som dubbel dos vid utvecklingsstadium 18, dessa behandlingar hade en beståndshöjd på cirka 26 centimeter. Effekten var mindre av behandling med hel dos i utvecklingsstadium 18, där beståndshöjden var 28,6 centimeter, vilket är cirka 18 procent mindre än obehandlat led.



Figur 4, Beståndshöjd (cm) hos rapsplantor behandlade med hel och dubbel dos (0,7 resp. 1,4 l/ha) Caryx® i två utvecklingsstadier (DC 16 och DC 18). Genomsnitt för två försök n=8, med ett medelfel på 0,72. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5 %.

Bladlängd

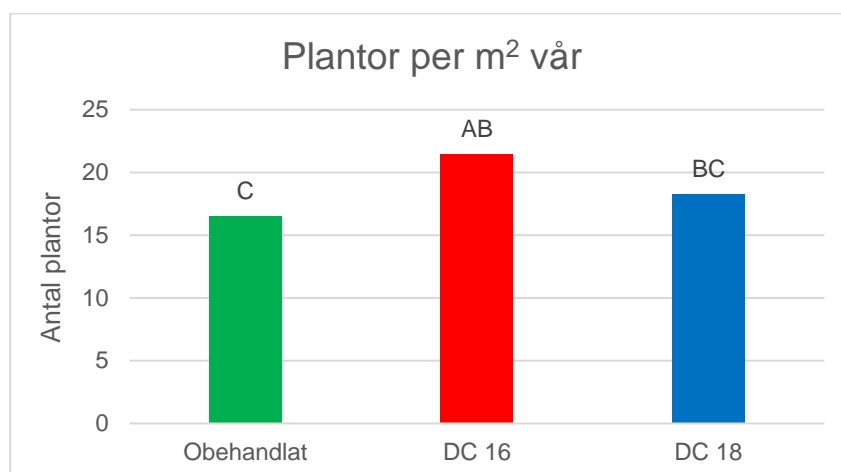
Längden på bladen hos rapsplantan påverkades av behandling med Caryx®, se figur 5. Skillnaden i bladlängd var störst mellan behandlingstidpunkterna medan det inte fanns någon statistisk skillnad mellan doserna, se tabell 3. Obehandlat led hade en bladlängd på 24,9 centimeter medan dubbel dos vid utvecklingsstadium 16 hade störst effekt med en bladlängd på 21,9 centimeter. Hel dos vid samma behandlingstidpunkt hade en bladlängd på 22,1 centimeter. I utvecklingsstadium 18 hade hel dos en bladlängd på 23,9 centimeter och dubbel dos 23,7 centimeter bladlängd.



Figur 5, Bladlängd (cm) hos rapsplanter behandlade med hel och dubbel dos (0,7 resp. 1,4 l/ha) Caryx® i två utvecklingsstadier (DC 16 och DC 18). Genomsnitt för två försök n=8, med ett medelfel på 0,74. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5%.

Plantor per kvadratmeter under våren

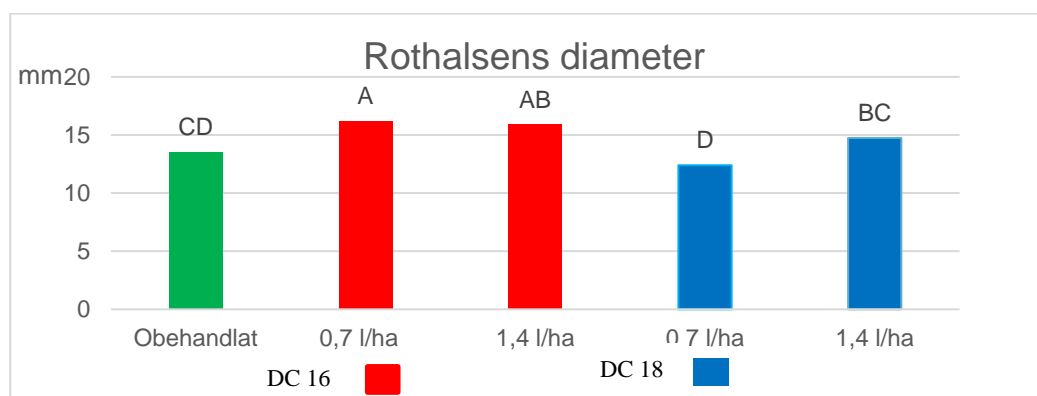
Resultatet från räkning av plantor under våren visade att Caryx® hade en effekt på antalet plantor i beståndet som klarat vintern, se figur 6. Mellan hel och dubbel dos fanns ingen statistisk signifikans, se tabell 3. Effekten i behandlingen skiljer sig mellan tidpunkterna för behandlingen. Behandling i utvecklingsstadium 16 hade större effekt än behandling i utvecklingsstadium 18.



Figur 6. Antal plantor per kvadratmeter räknat under våren, obehandlat och medelvärde för två doser Caryx® i utvecklingsstadium 16 och 18. Genomsnitt för två försök n=8, med ett medelfel på 1,5. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5 %.

Rothalsens diameter

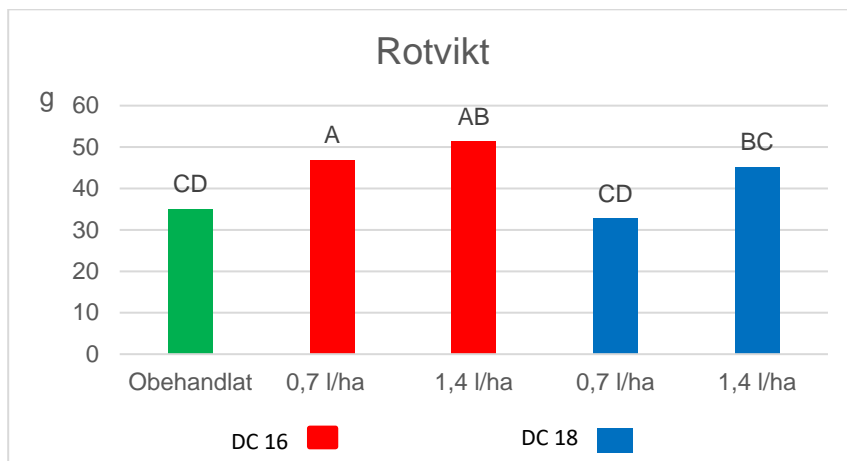
Enligt resultatet från ett av försöken påverkade Caryx® tjockleken på rapsplantans rothals, se tabell 4. I det försöket som visade en effekt ökade rothalsens diameter mest med behandlingarna i utvecklingsstadium 16 figur 7. Obehandlat led hade en rothals på 13,5 millimeter. Hel dos behandlat i utvecklingsstadium 16 hade en rothals på 16,2 millimeter och dubbel dos hade en rothals på 15,9 millimeter. Behandling med hel dos i utvecklingsstadium 18 hade 12,4 millimeter, vilket är en liten minskning jämfört obehandlat led. Dubbel dos i utvecklingsstadium 18 gav en rothals på 13,7 millimeter.



Figur 7, Rothalsens diameter (mm) hos rapsplantor behandlade med hel och dubbel dos Caryx® i två utvecklingsstadier. Från ett försök n=4, med ett medelfel på 0,42. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5 %.

Rotens vikt

Resultatet från ett av försöken visar att behandling med Caryx® påverkade vikten på rapsplantornas rötter, se tabell 4. Med båda behandlingarna i utvecklingsstadium 16 och med behandling med dubbel dos i utvecklingsstadium 18 ökade rötternas vikt medan behandling med hel dos i utvecklingsstadium 18 gav en liten minskning av rötternas vikt jämfört med obehandlat led, se figur 8. I obehandlat led hade rötterna en vikt på 35 gram, i medeltal. I hel dos i utvecklingsstadium 16 hade rötterna en medelvikt på 46,8 gram, medan behandling med dubbel dos vid samma tidpunkt gav en medelvikt på 51,3 gram. I utvecklingsstadium 18 med hel dos hade rötterna en medelvikt på 32,7 gram medan en behandling med dubbel dos vid samma tidpunkt gav rötterna en medelvikt på 42,5 gram.



Figur 8, Rotens vikt (g) hos rapsplantor behandlade med hel och dubbel dos Caryx® i två utvecklingsstadier. Från ett försök n=4, med ett medelfel på 2,57. Försöksled med olika bokstäver är signifikant skilda, signifikansnivå 5 %.

Rotens längd

Analys av mätparametern rotlängd visade att det inte fanns några signifikanta skillnader i något av försöken. Mätningarna visade en stor skillnad mellan försöken. Längden i ett av försöken varierade mellan 15 och 18 centimeter och i det andra försöket varierade det mellan 19 och 22 centimeter. Det fanns ingen skillnad mellan rötternas längd som kan förklaras av behandlingstidpunkt eller dos.

Diskussion

Höstraps är en gröda med många stora risker, en del av dessa risker går dock att hantera på olika sätt. Hur vädret kommer att bli under höst och vinter är svårt att förutse, det är därför viktigt att ge rapsplantorna en så bra förutsättning som möjligt att klara vinterns stora påfrestningar (Gunnarsson, 2013). Att rapsen utvintrar kan få stora ekonomiska konsekvenser eftersom det är en gröda med höga insatser redan på hösten. Viktigt är att anpassa såtidpunkt och utsädesmängd till det aktuella klimatet där rapsen ska odlas vilket det idag finns många studier gjorda på (Rapacz, 1998). Då Caryx ett preparat för tillväxtreglering i höstraps, nu är godkänt i Sverige finns sedan ett år tillbaka ytterligare ett verktyg för att öka säkerheten i höstrapsodlingen. De är dock viktigt att använda denna möjlighet på rätt sätt för att få bästa effekt. Något som resultatet av denna studie bidrar till.

Grundrekommendationen från tillverkaren BASF är att behandla rapsen med Caryx® i utvecklingsstadium 14-16 dvs när rapsplantorna har 4-6 blad, med dosen

0,7 liter per hektar. Tillväxten på hösten kan dock vara väldigt varierande beroende på väder och många lantbrukare brukar därför vänta och se hur rapsen utvecklas. Svårigheten blir då att väga kostnaden för en behandling med Caryx® mot en osäkerhet i effekten av en behandling om man gör det i ett senare skede än det som rekommenderas. Därför finns ett stort intresse för att undersöka effekten av en senare behandling. I försöken som ingår i detta arbete gjordes därför även en behandling i utvecklingsstadium 18 (rapsplantan 8 blad). Valet att testa dubbel dos dvs. 1,4 liter per hektar gjordes för att öka sannolikheten att få en effekt av behandling i försöken.

Resultaten från försöken (tabell 3) visar att stjäklängden blev kortare av behandling med Caryx®. Detta stämmer överens med en studie från Storbritannien (Berry, et al. 2009). Där visar resultatet att behandling med tillväxtregleraren metkonazol gav en förkortad stjälk som i ett senare skede minskade andelen liggraps, som i sin tur ledde till en ökad skörd. Resultatet från studien i detta arbete visar att dosen vid behandling i utvecklingsstadium 16 inte har lika stor betydelse som effekten av dubbel dos. Även om effekt med dubbel dos var större så bedöms ändå inte skillnaden som stor. Resultatet indikerar att det inte finns någon anledning att använda en större dos vid en tidig behandling. Vid behandling i utvecklingsstadium 18 har däremot dosen en större betydelse. Trots att det finns en effekt med rekommenderad dos så är den inte lika stor som vid behandling med dubbel dos. Behandling med dubbel dos i utvecklingsstadium 18 ger således ungefär lika stor effekt som en behandling i utvecklingsstadium 16, oavsett dos. Sammantaget indikerar detta att det kan vara motiverat att använda en högre dos vid en senare behandling.

Tillväxtpunktens höjd över marken är en viktig faktor för rapsens förmåga att klara vintern, då en låg tillväxtpunkt anses ge större möjlighet att klara påfrestningar från bland annat kyla (Rapacz, 1998). I resultatet från detta projekt finns en behandlingseffekt som visar att tillväxtpunkten blir lägre med behandling (tabell 3). Effekten är dock inte särskilt stor i något av behandlingsleden. Det finns inte heller något i resultatet som tyder på att det finns skäl för en högre dos vid behandling i ett tidigt stadium. Tillväxtpunktens höjd från marken är dock en parameter som är svår att mäta exakt då marken är ojämn efter kultivering som gjorts före sådd, samtidigt som det handlar om att mäta en skillnad på några millimeter. I försöken finns också en tydlig trend att även obehandlat led har en låg tillväxtpunkt. Något som kan bero på att plantorna haft gott om plats att växa på, då antalet plantor i beståndet var relativt lågt. Vid ett bestånd med fler plantor per kvadratmeter finns en teori om att tillväxtpunkten skulle kunna skjutit i väg mer på höjden i den obehandlade rapsen (Gunnarsson, 2013).

Resultaten från båda försöken visar tydligt att behandling med Caryx® ger ett lägre bestånd. Något som tydligt bekräftar de effekter på cellsträckningen av de aktiva substanserna som beskrivs i litteraturen (Fogelfors 2015). Resultatet från denna undersökning indikerar att hel dos (0,7 liter/ha) är en för låg dos när rapsen kommit till utvecklingsstadium 18.

Att Caryx® påverkar längden på bladen hos rapsplantorna är tydligt då resultat från försöken visar att bladen blir kortare med behandling. För effekten på bladlängden spelar behandlingstidpunkten större roll än dosen. Nyttan av att påverka bladlängden på rapsen behöver dock utredas vidare med hjälp av mätning av storleken på skörden.

Det viktigaste resultatet av studien är att planträknningen under våren visar att Caryx® har en effekt på plantornas förmåga att klara vintern. Tydligast effekt blev det med behandling i utvecklingsstadium 16, med i snitt fem övervintrande plantor mer per kvadratmeter jämfört med obehandlat led. Behandling i utvecklingsstadium 18 hade i snitt två plantor mer per kvadratmeter än obehandlat led. Dessa resultat indikerar att en tidig behandling är bättre för rapsens övervintringsförmåga än en sen behandling. Resultat visar att dosen inte har en stor påverkan, vilket gör att det inte är motiverat att använda en högre dos för att få en bättre övervintring. Samtidigt är det värt att notera att vädret under vintern är den faktor som har störst betydelse för rapsens övervintring (Waalén et al., 2013). Därför är det viktigt att testa effekten av Caryx® under flera år då vädret under vintern ofta varierar mellan åren. Under just denna vinter var temperaturen som kallast minus 20 grader. Det som kan ha varit det största problemet för rapsen var det växlande vädret under vårintern.

I litteratur som behandlar tillväxtreglering finns det studier som visar hur tillväxtreglering påverkar rapsplantornas rötter (Berry, et al. 2009). Enligt BASF uppnås en ökad rottillväxt vid behandling med Caryx® (Muntligen Thomas Wildt-Persson, 2018). Detta har jag valt att studera genom variablerna rotvikt, rotens längd och rothalsdiametern.

Rötterna är väldigt viktiga och avgörande för rapsens potential att ge en hög skörd. För att undersöka om eller hur rötterna påverkas av behandlingen krävs metoder med högre noggrannhet än vad som används i denna studie. I studierna från Storbritannien där metkonazol testades i raps studerades även rapsens rötter (Berry, et al. 2009). Resultatet från den studien visar på viss osäkerhet när det gäller effekten på rötterna av metkonazol. Torra år blev det en högre skörd när metkonazol används. Skördeökningen antas bero av att rapsen fått kraftigare rötter och därmed en bättre vattenuptagningsförmåga (Berry, et al. 2009). Mot bakgrund av dessa resultat från Storbritannien kan det därför vara motiverat att utreda vidare vilken effekt Caryx® har på rapsens rötter. Resultat från ett av försöken i min studie indikerar att rötternas vikt ökar med behandling. Både dos och tidpunkt spelar stor roll, störst effekt blev det av behandling i utvecklingsstadium 16 med dubbel dos. Resultatet från mätningen av rotens längd visar större osäkerhet, detta på grund av att spetsen på roten var svår att få med vid uppgrävningen. Rotspetsen bör inte ha påverkat vikten av roten lika mycket som den påverkat längden, då sista delen av roten var väldigt liten och tunn och inte hade så stor vikt.

Rothalsens diameter hos rapsplantorna är viktig av många olika anledningar (Mendham & Salisbury, 1995). En kraftig rothals är till exempel viktig för att rapsen ska klara vintern och få en snabb tillväxtstart på våren. Resultatet från mina försök uppvisar dock en viss osäkerhet gällande denna parameter. Osäkerheterna i resultaten av mätningen av rothalsdiametern kan delvis bero på försöksmetodiken. Mätningarna gjordes med ett skjutmått och svårigheten var då att veta exakt var på plantan som mätningens skulle göras eftersom plantorna ser väldigt olika ut. Risken att felkällornas påverkan på resultatet blir större ökar också när mätningarna handlar om en skillnad på några millimeter. Säkerheten i resultat skulle också eventuellt ha ökat med mätning av ett större antal rothalsar då det finns en naturlig storleksvariation hos rapsplantorna.

Då behandlingseffekten var störst med behandling i utvecklingsstadium 16 visar försöken att en tidig behandling är att föredra. Vid detta utvecklingsstadium var påverkan och reduktion av stjäklängd, tillväxtpunktens höjd över marken som störst vilket är faktorer som har stor betydelse för övervintringen enligt många forskare (Waalén et al, 2013., Berry, et al. 2009., Rapacz, 1998). En senare behandling var inte lika effektiv även om dosen fördubblades i de genomförda försöken. En förklaring till det kan vara att det under hösten 2018 var en kraftig och långvarig tillväxt hos rapsen. Det kan alltså vara motiverat för lantbrukare att använda en något högre dos om behandling sker i utvecklingsstadium 18. Det är dock ekonomiskt bättre att göra en tidigare behandling så att dosen kan hållas nere. En tidig behandling bör även göras för att förbättra rapsens möjligheter att klara vintern, då försöken visar på större effekt med en tidig behandling. Enligt försöksresultaten är därför en tidig behandling med en låg dos att rekommendera för att öka rapsens chanser att klara vintern och samtidigt minska på kostnaderna.

Samtidigt är självklart också skördenivån viktig för att värdera effekten av hur de studerade variablerna påverkat rapsen. De två försöken kommer därför att skördas hösten 2019 och analyseras vidare med fokus på skördenivå.

Med pågående klimatförändringar som kan ge mer extremväder tyder resultaten från denna studie på att tillväxtreglering kan ha en viktig roll i framtida höstrapsodling i Sverige. Det behövs dock ytterligare forskning för att förstå hur tillväxtregleringen fungerar och hur den ska användas på bästa sätt i den kommersiella odlingen av höstraps under svenska förhållanden.

Referenser

Tryckta källor

- Balodis O., Gaile Z. (2015): *Changes of Winter Oilseed Rape Plant Survival During Vegetation*. Proceedings of the Latvia University of Agriculture, 2015, Vol.33(1), pp.35-45.
- Berry P.M., Spink J.H. (2009): *Understanding the effect of a triazole with anti-gibberellin activity on the growth and yield of oilseed rape (Brassica napus)*. Journal of Agricultural Science, 2009, Vol.147, pp.273-285.
- Fogelfors, H., red. (2001): *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och kultur/LT i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet, Stockholm.
- Fogelfors, H., red. (2015): *Vår mat – Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Studentlitteratur, Lund.
- Garthwaite D.G., Hudson S., Barker I., Parrish G., Smith L., Pietravalle S. (2012): *Pesticide usage survey report 250 arable crops in the United Kingdom*. Department for Environment, Food & Rural Affairs.
- Gunnarsson A. (2013): *På liv och död – fem fällor för höstrapsens övervintring*. Svensk frötidning, 2013.
- Kemikalieinspektionen (2018). Beslut angående ansökan om produktgodkännande genom ömsesidigt erkännande. Caryx® regnr 5442, 2018-06-28, diarienummer: 5.1.1-B18-00141.
- Mendham N.J., Salisbury P.A. (1995). Physiology, Crop Development, Growth and Yield. I: Kimber, D.S., Mcgregor D.I, (red), *Brassica oilseeds: production and utilization*. CAB INTERNATIONAL, Wallingford (United Kingdom).
- Rademacher W., (2000): *Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways*. Annual Review of Plant Biology, 2000, Vol.51(1), pp.501-531.

- Rademacher W., (2015): *Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production*. Journal of Plant Growth Regulation, 2015, Vol.34(4), pp.845-872.
- Rapacz, M., (1998): *The after-effects of temperature and irradiance during early growth of winter oilseed rape (Brassica napus L. var. oleifera, cv. Górczański) seedlings on the progress of their cold acclimation*. Acta Physiologiae Plantarum, 1998, Vol.20(1), pp.73-78.
- Romon, C. Walte, W. Rudolf j., (2002): *SAS for linear models*. Fourth edition, Cary, NC: SAS intitute inc.
- Waalen W., Øvergaard S.I., Åssveen M., Eltun R., Gusta L.V., (2013): *Winter survival of winter rapeseed and winter turnip rapeseed in field trials, as explained By PPLS regression*, Europ .J. Agronomy 2013 vol.51 pp.81-90.

Nätpublikationer

- Svensk raps. (2018): *Medelareal oljev växter*. Tillgänglig: http://www.svenskraps.se/oljevaxt/arealer_oljevaxter_medel.asp [2018-12-12]

Icke publicerat material

- Muntligen Thomas Wildt-Persson 2018