

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby

Podzimní regulace růstu a vývoje u řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

Bakalářská práce



Vedoucí práce: Ing. David Bečka, Ph. D.

Autor práce: Václav Gut

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Podzimní regulace růstu a vývoje u řepky ozimé vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne:

Václav Gut

Děkuji Ing. Davidu Bečkovi, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady, pomoc se zpracováním výsledků a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Souhrn

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) patří mezi nejvýznamnější světové olejniny. Nejvíce rostlinného oleje na světě je vyprodukováno z palmy olejné, toho bylo v roce 2011 vyrobeno 50,6 milionu tun. Hlavní olejninou pěstovanou v Evropě je bezesporu řepka. Celosvětově bylo v roce 2011 vyprodukováno 59,8 milionu tun semene řepky a vyrobeno 22 milionů tun oleje, z toho třetina v zemích Evropské Unie. V České republice je řepka po pšenici druhou nejpěstovanější plodinou, z 95 % se v České republice pěstuje ozimá forma této plodiny. V roce 2011 bylo řepkou oseto 373 000 hektarů, tzn. 15% celkové osevní plochy v České republice. Průměrný výnos řepky se v České republice pohybuje mezi 2,8 a 3 tunami na hektar v závislosti na průběhu ročníku. Výnosový potenciál řepky je v přítom v našich podmínkách odhadován na 8 tun na hektar.

Jedním ze způsobů zefektivnění pěstování řepky je i podzimní aplikace regulátorů růstu. A právě porovnáním vlivu různých regulátorů růstu na rostliny řepky se zabýval polní pokus prováděný na Výzkumné stanici Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Červeném Újezdě. Jednalo se o přesný maloparcelkový pokus, kde bylo působení regulátorů růstu sledováno na následujících znacích: délka a počet listů, průměr kořenového krčku, délka kořene, obsah sušiny v nadzemní a podzemní části a procentuální podíl sušiny v nadzemní a podzemní části. Po sklizni byl vyhodnocen výnos semene na hektar, hmotnost tisíce semen a procentuální obsah oleje. Pokus byl realizován na liniové odrůdě řepky Californium. Bylo založeno 7 variant po čtyřech opakováních (jednotlivé varianty: 1 - neoštřená kontrola, 2 - Horizon, 3 – Horizon + Retacel, 4 -Caramba, 5 – Caramba + Retacel, 6 - Retacel, 7 - Toprex). Regulátory růstu byly aplikovány dne 11. 10. 2011.

Podzimní odběry a měření byly provedeny 16. 11. 2010. Z každé parcelky bylo odebráno 10 rostlin. Rostliny byly omyty, následně byla oddělena a zvážena podzemní a nadzemní část rostliny. Poté byl zjištěn počet listů, byla změřena délka kořene a nejdelšího listu a průměr kořenového krčku. Následně byly části rostlin sušeny při teplotě 105°C po dobu 6 hodin a byla zjištěna hmotnost sušiny na 10 rostlin podle jednotlivých variant. Sklizeň byla provedena 27. 7. 2011. Přes hmotnost sklizeného semene a výměru jedné parcelky (11,875 m²) byl vypočítán hektarový výnos z každé parcelky v tunách na hektar. NMR spektroskopíí by zjištěn procentuální obsah oleje v semeni a za pomoci elektronického

počítadla semen C 15 bylo napočítáno 1000 semen. Následným zvážením pak byla určena hmotnost tisíce semen.

Výsledky byly výrazně ovlivněny počasím. Vlivem studeného podzimu a časného příchodu zimního období byly rostliny v porovnání s jinými ročníky velmi malé a na aplikaci regulátoru růstu reagovaly pouze velmi omezeně. Z výsledků podzimních odběrů vyšla nejlépe varianta ošetřená Horizonem, po které došlo k mírnému zvýšení průměru kořenového krčku a zároveň k nejvyššímu podílu sušiny v nadzemní části rostliny. Dobře reagovala řepka také na aplikaci kombinace Horizonu a Retacelu. U této varianty došlo také ke zvětšení průměru kořenového krčku a navíc i k výrazné regulaci délky listů. Velmi negativní u této varianty bylo však výrazné zkrácení kořene. Tato varianta vyšla nejlépe i z výnosového hlediska. Z ekonomického vyhodnocení vyšla nejlépe také varianta ošetřená kombinací Horizonu a Retacelu, kde došlo k navýšení zisku o 1506 Kč na hektaru oproti neošetřené kontrole. Zisková byla ještě varianta ošetřená Carambou, zisk se zde navýšil o 712 Kč na hektaru. Zbylé varianty vyšly prodělečně, nejhůře dopadla varianta ošetřená Toprexem, u které došlo ke snížení zisku o 3142 Kč.

Klíčová slova: olejniny, řepka, regulace růstu, fytohormony

Summary

Rapeseed (*Brassica napus* L.) is among the world's most important oil crops. Most vegetable oil in the world is produced from palm oil, there was 50.6 million tons produced in 2011. Most common oil plant grown in Europe is undoubtedly rape. In 2011 there was 59.8 million tons of rape seed that produced 22 million tons of oil, one third of it in the countries of the European Union. In the Czech Republic rapeseed is the second most commonly grown crop (1st is wheat). In the Czech Republic 95% is grown as a winter form of rapeseed. In 2011, rapeseed there were 373,000 ha, it means 15% of total sown area in the Czech Republic. The average yield of rape in the Czech Republic varies between 2.8 and 3 tons per hectare, depending on the year. Yield potential of rapeseed in our country is estimated at 8 tons per hectare.

One way to streamline the production of rape is autumnal application of growth regulators. Comparing the effect of different growth regulators on rapeseed plants was an object of field experiments conducted at a research station of the Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources, Czech University of Agriculture in Červený Újezd. It was the exact small area experiment, where the effects of growth regulators showed the following characteristics: length and number of leaves, diameter of root neck, root length, dry matter content above and below ground of the plant and the percentage of dry matter above and below ground parts of the plant. After harvest, seed yield was evaluated per hectare, thousand seed weight and percent oil content. The experiment was conducted on a variety of regular rapeseed cultivar. It was founded by four repetitions of seven variants (individual variants: 1 - unsharpened control, 2 - Horizon 3 – Horizon + Retacel , 4-Caramba, 5-Caramba + Retacel , 6 - Retacel, 7-Toprex). Growth regulators were applied on 11th October 2010.

Autumn sampling and measurements were made on the 16th November 2010. From each trial 10 plants were taken. Plants were washed, separated, and subsequently was considered underground and above-ground portion of plants. Then, the number of leaves, root length were measured and the longest leaf and the root diameter of the root neck. Subsequently, parts of plants were dried at 105 ° C for 6 hours and dry weight was found on 10 plants per variant. Harvest was 27th July 2011. Despite the weight of seed harvested acreage and one trial area (11,875 m²) was calculated yield from each trial area in tons per hectare. NMR spectroscopy identified the percentage of oil in the seed and using a seed-

calculator C 15 1000 seeds were counted. 1000 seeds were weighed to determine the weight of that sized sample.

The results were significantly affected by weather. Due to the cold autumn and early arrival of winter the plants compared with other years were very small and the application of growth regulators the response was very limited. The results published in autumn samples treated with the best option Horizon, after which there was a slight increase in root diameter of the neck, while the highest proportion of dry matter in above ground plant parts. Raps also responded positively to the combination of Horizon and Retacel. In this variant was also to enlarge the diameter of the root neck and in addition also a significant length of the control leaves. Very negative for this variant was reduced root length. This variant came out the best, from the yield point of view. From an economic evaluation version also came out the best treated with a combination of Horizon and Retacel where there was an increase in profits for 1506 CZK per hectare compared to untreated control. The profit was still treated by Caramba variant, the profit here was increased by 712 CZK per hectare. The remaining options come unprofitably, the worst was variant 7 (Toprex) of which has been reduced profit by 3142 CZK.

Keywords: oilseeds, rapeseed, growth regulation, fytohormons

OBSAH

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	13
2.1 Hypotézy	13
3. Literární rešerše	14
3.1 Biologická charakteristika řepky olejně	14
3.1.1 Botanické zařazení řepky olejně	14
3.1.2 Genetický původ	14
3.1.3 Historie a rozšíření	15
3.1.4 Biologie řepky	17
3.1.5 Šlechtění.....	19
3.2 Pěstování řepky ozimé	21
3.2.1 Stanoviště.....	21
3.2.2 Založení porostu	22
3.2.3 Hnojení řepky.....	23
3.2.4 Regulace zaplevelení.....	25
3.2.5 Ochrana proti škůdcům	26
3.2.6 Ochrana proti chorobám	26
3.2.7 Sklizeň a skladování	27
3.3 Využití řepky olejně.....	28
3.3.1 Potravinářské využití.....	28
3.3.2 Nepotravinářské využití	29
3.4 Regulátory rostlinného růstu (rostlinné hormony)	29
3.4.1 Auxiny	29
3.4.2 Gibereliny.....	30
3.4.3 Cytokininy	31

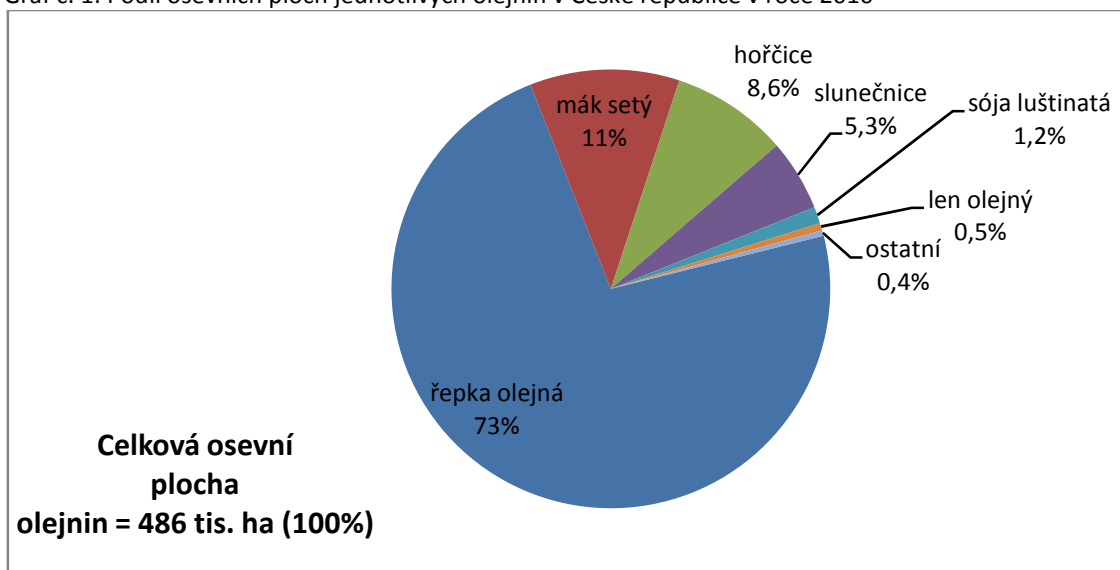
3.4.4 Kyselina abscisová.....	32
3.5 Regulace růstu řepky	33
4. Materiál a metody	37
4.1 Charakteristika pokusné stanice.....	37
4.1.1 Klimatická charakteristika.....	37
4.1.2 Půdní podmínky	37
4.1.3 Osevní postup	38
4.2 Průběh počasí 2010/2011.....	38
4.3 Metodika pokusu	41
4.4 Metodika odběrů a měření.....	43
4.4.1 Podzimní odběry a měření.....	43
4.4.2 Posklizňové hodnocení	44
5. Výsledky	45
5.1 Výsledky podzimních odběrů.....	45
5.2 Sklizňové a posklizňové výsledky	50
6.3 Ekonomické zhodnocení	52
6.4 Celkové výsledky	52
6. Diskuse	54
6.1 Výsledky podzimních odběrů.....	54
6.2 Sklizňové a posklizňové výsledky	55
7. Závěr.....	56
8. Seznam literatury.....	58

1. ÚVOD

Díky neustálému nárůstu spotřeby rostlinných olejů roste i význam plodin, ze kterých jsme schopni tyto oleje získávat. Roční spotřeba rostlinných olejů mezi lety 2007 a 2011 vzrostla ze 128 milionů tun na 152 milionů tun na, tzn. o 15%. Nejvíce rostlinného oleje je ročně vyrobeno z palmy olejná. Palmový olej v roce 2011 tvořil téměř třetinu produkce rostlinných olejů (50 tisíc tun). Hlavními pěstiteli palmy olejná jsou Indonésie, Malajsie a Thajsko. Druhou nejvýznamnější olejinou světa je sója luštinatá, které bylo v roce 2011 vyprodukováno 259 milionů tun a ze které bylo vyrobeno 42 milionů tun oleje. Semeno sóji obsahuje kromě 16–23 % oleje ještě vysoké množství bílkovin a odpady po lisování či extrakci oleje jsou dále využívány jako hodnotné krmivo pro hospodářská zvířata. Řepka olejná (*Brassica napus* L.) je třetí nejvýznamnější světovou olejinou. Na celém světě bylo v roce 2011 vyprodukováno 60 milionů tun semene řepky, z toho necelá třetina (19 milionů tun) v zemích Evropské Unie.

Celková plocha osetá olejinami v České republice dosáhla v roce 2010 výměry 486,5 hektarů. Zastoupení jednotlivých druhů olejin zobrazuje graf č. 1.

Graf č. 1: Podíl osevních ploch jednotlivých olejin v České republice v roce 2010



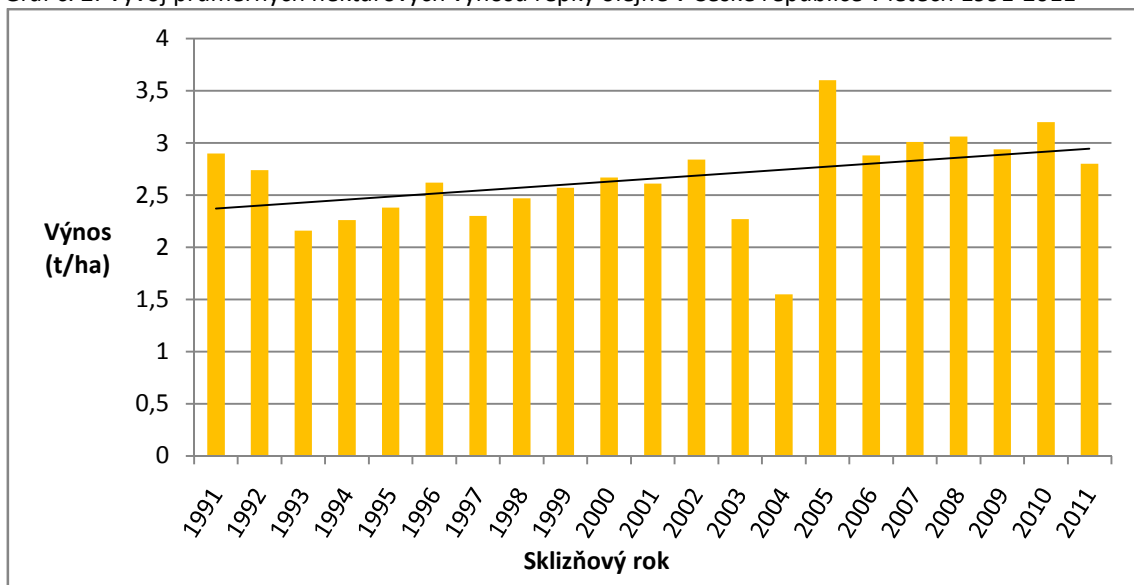
Řepka má mnoho způsobů hospodářského využití. Z potravinářského hlediska je řepkový olej vyrobený ze současných „OO“ odrůd velice kvalitní. Díky složení mastných

kyselin je pro lidský organismus řepkový olej vhodnější než dnes běžně používaný olej slunečnicový, sojový či olivový. Řepkové extrahované šroty a výlisky jsou kvalitním krmivem a je možné jimi do značné míry nahrazovat šroty sójové. Z řepkového oleje lze transesterifikací získávat methylester řepkového oleje (MEŘO), který je dnes běžnou součástí pohonných hmot. Využívána může být i řepková sláma, a to spalováním pro produkci energie z biomasy.

V roce 2011 zabírala řepka 15% osevních ploch v České republice. Byla tak po pšenici druhou nejpěstovanější plodinou v České republice. Z 373 000 hektarů osevní plochy zabírala v roce 2011 95% ozimá forma řepky, jarní forma byla pěstována pouze na 19 000 hektarech. Naopak celosvětově je pěstována více jarní forma řepky olejné. V roce 2011 bylo v České republice vyprodukováno 1 115 000 tun semen řepky.

V roce 2011 byl celosvětový průměrný hektarový výnos řepky 1,81 t/ha. Jak ukazuje graf č. 2, průměrné hektarové výnosy v České republice mají, i přes velké rozdíly v jednotlivých letech, rostoucí trend a mezi lety 1991 a 2011 stouply o téměř 0,6 t/ha. Hektarový výnos řepky v roce 2011 byl v ČR mírně podprůměrný, přesto dosáhl na 2,8 t/ha.

Graf č. 2: Vývoj průměrných hektarových výnosů řepky olejné v České republice v letech 1991-2011



Rostoucí hektarové výnosy jsou způsobeny z velké části pěstováním moderních výkonných liniových a hybridních odrůd. Výrazný vliv jistě hraje i zkvalitnění agrotechniky při pěstování řepky. Přes výrazné pokroky v pěstování řepky stále nejsme schopni naplno využít obrovský výnosový potenciál řepky, který je odhadován na 8 až 10 tun semene z hektaru.

Jedním ze způsobů zefektivnění pěstování řepky je i podzimní regulace růstu. Z dříve prováděných pokusů vyplývá, že aplikací regulátoru růstu v podzimním období můžeme zajistit nejen lepší přezimování porostu, ale můžeme i výrazně navýšit hektarový výnos.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je posouzení vlivu podzimní aplikace regulátorů růstu na řepku ozimou (*Brassica napus* L.). Je zde posuzován vliv různých regulátorů růstu na podzimní růst rostliny, především na faktory ovlivňující přezimování a výnos (počet a délka listů, délka kořene, průměr kořenového krčku, obsah sušiny v nadzemní a podzemní části rostliny). Dále je zde posuzován i vliv na výnos a kvalitu semene řepky.

2.1 HYPOTÉZY

Hypotéza č. 1: Podzimní aplikace regulátoru růstu zvyšuje výnos řepky ozimé.

Hypotéza č. 2: Podzimní aplikace regulátoru růstu stimuluje růst kořene a zároveň inhibuje růst listů.

Hypotéza č. 3: Podzimní aplikace regulátoru růstu zvyšuje podíl sušiny v rostlině.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ŘEPKY OLEJNÉ

3.1.1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ ŘEPKY OLEJNÉ

Říše	<i>Plantae</i>	-	rostliny
Podříše	<i>Tracheobionta</i>	-	cévnaté rostliny
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i>	-	krytosemenné rostliny
Třída	<i>Magnoliopsida</i>	-	nižší dvouděložné
Podtřída	<i>Dilleniidae</i>		
Řád	<i>Brassicales</i>	-	brukvotvaré
Čeleď	<i>Brassicaceae</i>	-	brukvovité
Rod	<i>Brassica</i> L.	-	brukev
Druh	<i>Brassica napus</i> L.	-	brukev řepka

(Novák a Skalický, 2008)

3.1.2 GENETICKÝ PŮVOD

O původu řepky olejky nevíme nic určitého. K dispozici jsou jen více nebo méně podložené dohady (Fábry a kol., 1992)

Brukev řepka nemá planého předka. Jde fylogeneticky o velmi mladý a dosud značně proměnlivý a vitální druh (Vašák a kol., 2000).

Práce v oblasti cytologie rodu *Brassica* vedli k významné hypotéze o příbuzenských poměrech v rámci tohoto rodu a současně k vědecky podloženým představám o původu druhu řepka setá (*Brassica napus* L.) (Fábry a kol., 1992).

Kulturní druhy rodu *Brassica* se podle počtu chromozómů zařazují do tří základních skupin (*Brassica rapa* (syn. *campestris*) - počet chromozómů n=10; *Brassica nigra* – n=8; *Brassica oleracea* – n=9) (Baranyk a kol. 2010).

Podle této hypotézy druh *Brassica napus* L. (n=19) vznikl spontánním křížením a zdvojením počtu chromozomů z druhů řepice čili řepka ladní (*Brassica campestris* L. ; syn. *B. rapa* L. – n=10) a brukev zelná (*Brassica oleracea* L. – n=9) (Fábry a kol., 1992).

Jedná se o určitý typ polyploidu, tzv. allopolyploid, který vzniká spojením a zmnožením genomu různého druhového původu (Fábry a kol., 1992).

Ač se to zdá jako šedá historie, i v současné době takovýmto způsobem řepka v omezené míře znovu vzniká. Jedná se o resyntetizované odrůdy, jež si některé šlechtitelské firmy vyrábějí za účelem zvýšení genetické diverzity pro tvorbu nových odrůd (Baranyk a kol., 2010).

Alpmann et al. (2006) a Baranyk a kol. (2010) udávají jako místo vzniku druhu *B. napus* L. pouze středomořské genové centrum (které charakterizoval Vavilov 1926 ve své teorii genových center kulturních rostlin jako oblast na pobřeží Středozevního moře) a jako důkaz předkládají společný výskyt druhů *B. rapa* L. a *B. oleracea* L. ze kterých druh *B. napus* L. vznikl

Naopak Baranyk a kol. (2007) a Fábry a kol. (1992) udávají za oblast vzniku kromě středomořského genového centra i jižní a jihovýchodní Asii a dokládají to rozdílností typů *B. napus* L. v těchto oblastech.

3.1.3 HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ

O počátcích pěstování řepky olejky je nutno uvažovat společně s řepicí, protože do konce 18. století se tyto blízké druhy nerozlišovali (Baranyk a kol., 2007).

Podle starých záznamů se řepka pěstovala už 4 000 let před Kristem v Indii. Přibližně před 2 000 lety se tato kulturní plodina pravděpodobně rozšířila do Číny a Japonska. Některé brukvovité jako řepice a různé druhy brukve byly známy už v době antiky (Alpmann et al., 2006)

Je známo, že v minulosti se ve velkém rozsahu pěstovali brukvovité zeleniny a krmné plodiny. Vyobrazení rostlin z rodu *Brassica* se našla na malbách antických římských měst, jako jsou Pompeje, Herkulaneum a Stabiae. Nedalo se ovšem zjistit zda jde o *B. napus* L., *B.*

campestris L. (syn. *B. rapa* L.) nebo *B. nigra* L. . Na jednom místě se našlo větší množství semen brukvovitých. Svědčí to o využívání semen ke zpracování na olej či tabulovou hořčici (Fábry a kol., 1992).

Brukvovité druhy se pěstovaly také ve starém Egyptě a zbytky semen se našly i ve starogermských hrobech ve švýcarských kúlových stavbách (Baranyk a kol., 2007).

Na sever od Alp se začala pěstovat řepka až ve 13. století. Od 12. století v Evropě sbírali lidé šešule a semena divokých rostlin, lisovali je a získávali tak řepkový olej (Alpmann et al., 2006).

Zmínky o brukvovitých olejninách se nacházejí také v instrukcích Karla Velikého pro Franckou říši. Později najdeme údaje o řepce anebo řepici ve starších herbářích a bylinářích. Belgičtí rolníci již ve středověku přiváželi semena těchto olejnin na trhy v Gentu a jinam (Fábry a kol., 1992).

Původní uplatnění druhů z rodu *Brassica* jako zeleniny či pikantních hořčičných semen přerostlo již v období středověku v uplatnění semen řepky a řepice pro výrobu olejů na svícení a mazání, či pro mydlářství. Pozdější zprávy se zmiňují i o potravinářském využití řepky (Vašák a kol., 2000).

Fábry a kol. (1992) datuje počátky pěstování řepky na našem území do doby mezi 8. a 10. stoletím, do doby přílohového hospodářství. Mathiola (1596-1931) se zmiňuje o využívání semen z řepy kolníku (řepky tuřínu) na výrobu oleje a mýdla.

Fábry (1957) cituje instrukci žateckého měšťana Černobyly z roku 1587, kde se píše o dobré chuti řepkového oleje.

Podle Otty (1888-1909) s dalšími údaji podle Kodyma (1869) se do Rakouska Uherska zavedlo pěstování řepky koncem 18. století z Nizozemí. V Čechách se její pěstování ujalo hlavně v letech 1820-1839. Výměra řepky v období 1880-1889 činila v průměru 17 930 ha, v roce 1899 po nástupu plynu, petroleje a ropných produktů již pouze 12 868 ha, ale s výnosem 1,94 t/ha. Podíl na snížení ploch po r. 1890 až do vzniku Československa mělo prudké rozšíření cukrovky a škodlivého nosatce *Baridius lepidii* (Vašák a kol., 2000).

Dalším významným činitelem, který měl vliv na snížení osevních ploch řepky, byl rozvoj mezinárodního obchodu, který využíval surovinové bohatství koloniálních a závislých

zemí. Za okupace bylo rozšiřování osevních ploch řepky předepisováno a dosahovalo značného rozsahu (Fábry a kol., 1992).

Vašák a kol. (2000) dodává, že důvodem plánovitého rozšíření ploch řepky byla blokáda Evropy a úpadek živočišné výroby.

Na území tzv. Protektorátu Čechy a Morava se v roce 1944 pěstovala řepka na ploše téměř 38 tisíc hektarů a na území tzv. Slovenského štátu další 4 tisíce hektarů. Baranyk a kol. (2007) ale doplňují, že výnosy byly vlivem nízkých materiálních vkladů a direktivního pěstování nízké.

3.1.4 BIOLOGIE ŘEPKY

Semeno řepky pro klíčení vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Minimální teplota pro klíčení je 1 °C, optimální teplota +20 až +25 °C. Kořínek začíná vznikat množением meristematických buněk a jeho tvorba je ovlivněna energetickou výkonností zásobní látky (oleje), fyzikálním stavem půdy, poměrem vody a vzduch v půdě a teplotou. Při vzcházení se objevuje ohnutý hypokotyl a dělohy, které jsou příčně eliptické, široce vykrojené, chlupaté nebo i lysé, tmavě zelené. V další fázi se objevují mírně chlupaté pravé lístky (Baranyk a kol., 2010).

Ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů, nejčastěji 320 až 330 dnů, výjimečně v nadmořských výškách nad 600 metrů i celý rok. Řepka vytváří mohutný kůlový kořen, který je asi z 87 % rozložen v ornici (Vašák a kol., 2000).

Způsob a hloubka zakořeňování, dynamika tvorby podzemní biomasy jsou velmi silně závislé na půdních a klimatických podmínkách na odrůdě, způsobu pěstování a jsou modifikovány ročníkem (Fábry a kol., 1957).

Hloubka zakořeňování je silně variabilním znakem a pohybuje se ve velkém rozmezí od 110 do 275 cm, a podstatnou měrou přispívá ke stabilitě porostů a snižuje závislost na výkyvech počasí, neboť umožňuje získání živin a vláhy ze značné hloubky (Vašák a kol., 2000).

Do nástupu zimy je ideální takový stav, kdy se vytvoří mohutný kořenový systém, ale poměrně malé, avšak kompaktní množství nadzemní hmoty (Fábry a kol., 1992).

Přezimování řepky zahrnuje období, kdy jsou růstové a vývojové procesy rostlin silně potlačeny (nikoli zastaveny) a kdy jsou porosty vystaveny celé řadě faktorů zimy, které mohou způsobit poškození nebo usmrcení rostliny (Prášil a Zámečník, 1987).

Poškození některých částí, např. starších listů, představuje obvyklý jev v zimě a nemusí mít negativní dopad na další růst a vývoj rostliny. Naproti tomu poškození vegetačního vrcholu nebo části mezi hypokotylem a kořenem, tzv. krčku, může vést k redukci dalšího vývinu, výnosu, či přímo odumření rostlin. Mrazuvzdornost jednotlivých částí rostliny se velmi liší a snižuje po nástupu vegetace (Vašák a kol., 2000).

Nadzemní část ozimé řepky se objevuje ve dvou proměnách: ve fázi listové růžice (fáze vegetativní) a ve fázi prodlužovacího nebo rychlého růstu (generativní fáze). Tvorba listové růžice přitlačené k zemi je spojena s procesem jarovizace (vernalizace) a s fotoperiodickou indukcí a je ovlivněna průběhem teplot, vláhovými poměry a aplikací regulátorů růstu (Baranyk a kol. 2007).

Variabilita délky lodyhy je 125 až 200 cm, významným úspěchem bylo vyšlechtění trpasličích a polotrpasličích odrůd (Baranyk a kol., 2010). Vašák a kol. (2000) k délce lodyhy doplňuje, že v pokusech nebyla zjištěna pozitivní korelace mezi výškou lodyhy a výnosem semene.

Na lodyze vyrůstá v úžlabí lyrovitých listů zpravidla 6 až 8 větví prvního řádu, které se dále větví. Rostliny při hustotě kolem 60 jedinců na 1 m² mají zpravidla 355 až 500 květů, ze kterých do sklizně obvykle zůstane 80 až 120 šesulí. Solitérní rostliny mají 3 až 5 tisíc květů a výjimečně i více než 1000 šesulí. Dvouřadá šesule zpravidla obsahuje 15 – 20 tmavě zbarvených semen s hmotností tisíce semen 4,5 až 5,5 gramu výjimečně až 10 gramů. Vyskytují se však i čtyřřadá šesule a šesule se 40 – 50 semeny. Semena mohou být i žlutě zbarvená (Vašák a kol., 2000).

Každý květ je oboupohlavní a skládá se ze čtyř kališních a čtyř do kříže postavených okvětních lístků. Čtyři krátké a čtyři dlouhé tyčinky (anthery) tvoří samčí, blizna pak samičí část květu. Okvětí je volný hrozen, odkvétajíce zespoda nahoru. Květy rozkvétají ráno a večer se opět zavírají, to se opakuje i následující den, třetí den už květy uvadají. Než se vysypou pylové váčky, je už blizna připravena k oplodnění. Anthery se otočí o 120° od blizny, než začnou vylučovat pyl. Tím se omezí podíl samoopylení. Protože se u řepky olejky vyskytují

obě formy opylení současně je označována jako částečně samosprašná (Alpmann et al., 2006).

Fábry a kol. (1992) říká, že řepka je fakultativně cizosprašná plodina, která se opyluje cizím pylem pomocí hmyzu (včely, vosy a také v omezeném měřítku blýskáčkem řepkový) a částečně působením větru v závislosti na velikosti honů, na průběhu počasí v období květu a biologických zvláštnotech odrůdy. Intenzivní nálet včel v době květu zvyšuje podle většiny pozorování počet oplodněných semeníků a biologickou hodnotu semene. U řepky byl tak zjištěn heterozní efekt, který se využívá ve šlechtitelské praxi.

3.1.5 ŠLECHTĚNÍ

Zlepšení znaků a vlastností plodiny závisí na její vlastní genetické variabilitě a na variabilitě příbuzných druhů. Genetická variabilita řepky i celého rodu *Brassica*, znásobená možností relativně snadného křížení mezi druhy, nabízí šlechtitelům řadu možností jejich šlechtění (Vašák a kol., 2000).

Variabilita vlastností v rámci *Brassica napus* invar. *napus* je podmíněna přirozenou selekcí v odlišných klimatických podmínkách dala vznik třem hlavním evropským typům řepky olejky v ozimé variantě.

- Východoevropský typ byl nižší, a nízkými větvemi, byl poměrně odolný proti zimním mrazům. Vyznačoval se časným jarním růstem a nižší odolností proti pozdním jarním mrazíkům. Výnosová schopnost, zvláště mimo jeho přirozené podmínky, byla proporcionálně slabší.
- Středoevropský typ měl silný vegetativní vzrůst a kvetl později než východoevropský. V uzavřených porostech větvil až ve vyšších partiích stonku. Dával vysoké výnosy s vysokým obsahem oleje v různých pěstitelských podmínkách.
- Západoevropský typ byl charakterizován zvláště silným vegetativním vzrůstem a slabou odolností proti vyzimování (Fábry a kol., 1992).

Šlechtění řepky lze rozdělit na dva hlavní směry: šlechtění na vysoký výnos semene a na kvalitu semene:

- Šlechtění na výnos semene předpokládá zlepšit vlastnosti jednotlivých výnosových prvků a jejich pozitivní korelaci, která vychází i z fyziologických vlastností rostlin a nesmí při ní být opomenuty ani požadavky na agronomické vlastnosti rostlin a porostu.
- Šlechtění na vysokou produkční schopnost rostlin předpokládá zlepšit především tyto znaky a vlastnosti:
 1. Optimální vzájemné vztahy mezi hlavními produkčními prvky odpovídající vhodné organizaci porostů (počet šesulí na rostlině, počet semen v šesuli, hmotnost semen), které vycházejí i z fyziologické podstaty rostlin.
 2. Odolnost proti chorobám a škůdcům.
 3. Odolnost proti nepříznivým vnějším podmínkám.
 4. Odolnost proti polehání spojená s habitem rostlin.
 5. Odolnost proti pukání šesulí a výdrolu semen.

(Vašák a kol., 2000)

Dle Alpmanna a kol. (2006) jsou hlavními cíli šlechtění na kvalitu semene:

- Zvýšení množství a zlepšení kvality oleje zvláště z hlediska obsahu jednotlivých masných kyselin podle předpokládaného využití oleje
- Zlepšení kvality extrahovaných šrotů a pokrutin z hlediska obsahu nežádoucích sloučenin (glukosinolátů, taninu, fytinu aj.)
- Zvýšení kvality a obsahu proteinů
- Optimální morfologické a anatomické stavbě semen, jeho embrya a osemení

Baranyk a kol. (2007) doplňuje, že za posledních 40 prodělala řepka velké změny především právě v oblasti kvalitativního šlechtění. Do roku 1975 se totiž pěstovaly výhradně řepky typu „EG“

Alpmann et al., (2006) ke kvalitě oleje řepky typu „EG“ doplňuje, že se potravinářské využití řepkového oleje netěšilo po 400 let velké oblibě, protože měl štiplavou hořkou chuť.

Mohli za to látky v něm obsažené (allylhořčicový olej a tzv. glukosinoláty). Kromě toho obsahoval v oleji vysoký podíl kyseliny erukové, jednoduché nenasycené mastné kyseliny, která může poškodit srdeční sval a je tedy zdravotně závadná.

Vašák a kol. (2000) doplňuje, že obsah kyseliny erukové v řepkách typu „EG“ byl okolo 50% a obsah glukosinolátů 90 – 150 $\mu\text{mol/g}$ semene.

Mezi lety 1975 až 1985 se plošně rozšířili odrůdy typu „0“, u kterých byl obsah kyseliny erukové snížen do 5% ale obsah glukosinolátů zůstal nesnížený. Po roce 1985 se začaly pěstovat řepky typu „00“, u kterých byl kromě podílu kyseliny erukové (do 2%) snížen i podíl glukosinolátů do 30 $\mu\text{mol/g}$ semene. Od roku 1995 se rozšiřují hybridní odrůdy řepky, které mají stejné využití jako „00“ odrůdy, ale projevuje se u nich heterozní efekt v podobě vyšších výnosů a obecně vyšší odolnosti vůči stresovým faktorům. Mezi moderní trendy patří vývoj výkonných odrůd s velmi nízkým obsahem glukosinátů, dále se šlechtí odrůdy se speciálním složením oleje (pro potravinářství, výrobu MEŘO,...) či s vyšším obsahem proteinů pro lepší kvalitu pokrutin (Baranyk a kol., 2010).

V některých zemích (USA, Kanada, Čína, Jihoafrická republika, ...) je povoleno pěstování transgenních odrůd (GMO). Jedná se především o odrůdy rezistentní k totálním herbicidům tj. Roundup Ready nebo Liberty Link řepka (Vašák a kol., 2000).

Drtivá většina odrůd vyskytujících se na našich polích v současné době patří mezi dvounulové linie či hybridní odrůdy s běžným, pro řepku typickým složením oleje (Baranyk a kol., 2007).

3.2 PĚSTOVÁNÍ ŘEPKY OZIMÉ

3.2.1 STANOVIŠTĚ

Pro pěstování řepky ozimé jsou nejvhodnější oblasti s ročním úhrnem srážek v rozmezí 500 – 700 mm a s průměrnou roční teplotou 6,5 – 8,5 °C (Baranyk, 2002).

Hlavní pěstitelská výměra v ČR je soustředěna v bramborářské výrobní oblasti. Vašák a kol. (2000) doplňuje, že po roce 1991 dochází k přesouvání pěstování řepky i do nížin, kde netrpí na bohatších půdách nedostatkem živin. I přesto nejvyšší kvalitu, výnosy a jistotu produkce má řepka nadále v bramborářské oblasti (pod podmínkou, že jsou provedeny všechny požadované vstupy z hlediska hnojení a ochrany porostu).

Dále Vašák (2000) varuje před vysévání v oblastech, kde:

- je půda déle než týden na podzim a na jaře zamokřená (vyhnívání kořenů),
- je vyšší riziko holomrazů s teplotou -15 °C až -20 °C ,
- leží sníh déle než dva měsíce nebo kde sníh odtává a ledovatí déle než dva týdny.

Řepce se nejlépe daří na pozemcích s hlubokými hlinitými půdami, dostatečně zásobenými humusem, vápníkem, hořčíkem a s optimální půdní reakcí, tj. pH 6,0 – 6,5 (Baranyk, 2002).

3.2.2 ZALOŽENÍ POROSTU

Kritickým bodem při pěstování je dodržení agrotechnické lhůty výsevu. Optimální agrotechnická lhůta pro založení porostu se pohybuje mezi 15. a 28. srpnem. V chladnějších oblastech se doporučuje spíše časnější termín výsevu (10. – 20. srpen). Naopak ve velmi teplých oblastech lze setí řepky posunout až na konec srpna či začátek září (Bečka a kol., 2007).

Důležitá je i hloubka zpracování půdy před setím. Podle Fábryho a kol. (1992) je ideální zpracovat půdu středně hlubokou orbou (18 – 24 cm) a co nejdříve po orbě povrch urovnat a a zpevnit ornici pomocí půdních pěchů či smyků. V ideálním případě by bylo vhodné nechat ornici slehnout po dobu dvou až tří týdnů. Tento postup je však vzhledem k časnému zakládání porostů řepky jen těžko využitelný.

Baranyk a kol. (2007) dodává, že v případě využívání bezorebné technologie je pro řepku vhodné použít hlubší kypření (cca 20 cm).

Vašák a kol. (2000) jako vhodnou alternativu doporučuje setí co nejdříve po orbě, kdy zůstává v ornici ještě dostatečná vlhkost pro nabobtnání semene.

Řepku vyséváme do hloubky 15-25 mm. Meziřádková vzdálenost je obvykle 12,5 či 25 cm. V případě liniových odrůd vyséváme 40 – 60 klíčivých semen na m², u hybridních odrůd je možné výsevek snížit na 30 - 50 klíčivých semen na m² (Baranyk, 2002).

3.2.3 HNOJENÍ ŘEPKY

Ve spotřebě živin se řepka řadí mezi velmi náročné plodiny. Spotřeba živin potřebných k zajištění 1 tuny výnosu semene je uvedena v tabulce č. 1 (Vašák a kol., 2000).

Tab. č. 1: Nároky řepky na živiny

Živina	Potřeba živiny na 1 t výnosu semene
Draslík	57 kg
Dusík	55 kg
Vápník	50 kg
Síra	18 kg
Fosfor	11,5 kg
Hořčík	7 kg
Mangan	170 g
Bór	100 g
Molybden	5 g

Obecně platí, že 20 – 25 % celkové spotřeby živin přijme řepka do nástupu zimy, 60 – 65 % zjara až do počátku kvetení a 10 % do konce kvetení a zrání (Bečka a kol., 2007).

Dusík

Organická hnojiva

Velmi vhodná je aplikace organických hnojiv. Hnůj je vzhledem k časnému výsevu řepky vhodné aplikovat k předplodině v dávce 20 – 40 t/ha. Před setím řepky, během podzimní vegetace nebo i časně zjara můžeme řepku přihnojit kejdou. Dávka kejdy skotu by vždy měla být do 25 t/ha, u kejdy prasat aplikuje jednorázově maximálně 15 t/ha. (Vaněk a kol. 2007).

Minerální hnojiva

Podzimní hnojení dusíkem se dříve příliš nedoporučovalo kvůli zvýšenému riziku přerůstání porostů v podzimním období. Jen výjimečně (dvě a více obilních předplodin, pícninářská výrobní oblast, chudší půdy, zaorávka většího množství slámy, suchý průběh podzimního počasí) se aplikovalo 20 – 40 kg N/ha. Dnes však možnost využití regulátorů růstu umožňuje aplikovat na podzim 20 – 40 kg N/ha bez většího rizika (Baranyk a kol., 2010).

Pro výnos řepky jsou rozhodující jarní dávky dusíku. Nejlépe se dnes osvědčuje systém dělených dávek:

- 1. jarní dávka – regenerace kořenového systému: toto jarní přihnojení provádíme co možná nejdříve, vždy však až po 20. únoru. Dávku 60 – 100 kg N/ha lze rozdělit napůl do dvou termínů s odstupem 14 dnů.
- 2. jarní dávka – počátek dlouhivého růstu: toto období nastává obvykle kolem 1. – 10. dubna. Dávka činí 50 – 80 kg N/ha. U silných řidších porostů můžeme tuto dávku navýšit o dalších 20 kg N/ha.
- 3. jarní dávka – fáze žlutých pupat: tuto dávku aplikujeme především na chudých lehkých půdách, kde není zabezpečena dostatečná zásoba dusíku pro období květu a tvorby šešulí. Dávka činí obvykle 20 – 30 kg N/ha (Vaněk a kol., 2007).

Další prvky

Kromě dusíku je řepka velmi náročná ještě na síru a bór. Zásobu síry (stejně jako fosforu a draslíku) je vhodné doplnit již při základním hnojení. Před setím je vhodné aplikovat 20 kg S/ha. Dále aplikujeme síru i při prvním jarním přihnojení dusíkem. V tomto období by dávka měla dosahovat 20 – 40 kg S/ha. Bór a případně i další mikroprvky je vhodné doplňovat pomocí listové výživy. Celková dávka bóru za vegetaci by měla být 400 až 500 g B/ha (Baranyk a kol., 2010).

3.2.4 REGULACE ZAPLEVELENÍ

Řepka ozimá je vzhledem k poměrně časnému výsevu vystavena konkurenci plevelů již od vzcházení. Je proto nutné klást důraz již na zpracování půdy a kvalitu setí. V pozdějším období dokáže řepka vytvořit zapojený porost s vysokou konkurenční schopností a dokáže dobře potlačovat plevele. U mezerovitých porostů může docházet během podzimu a především jara k prudkému rozvoji plevelů, které lze pak jen velmi obtížně regulovat (Kazda a kol., 2010).

Spektrum plevelů, které se vyskytují v řepce, je velmi široké. Nejproblematictějšími plevely v řepce jsou heřmánky a heřmánkovec přímořský (*Matricaria a Chamomilla*), svízel přítula (*Galium aparine* L.), pcháč oset (*Cirsium arvense* L.), pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.), mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.) a brukvovité plevele (čeled' *Brassicaceae*). Vytrvalé plevele (pcháče, pýr plazivý) je vhodné regulovat především v předplodinách, jejich regulace v řepce je značně problematická a nákladná. Značné problémy může v porostu řepky způsobit i výdrol obilní předplodiny. Jeho růst v řepce se dá omezit vhodnou agrotechnikou. V případě neúnosného výskytu je nutné regulovat výdrol aplikací graminicidů. Většina plevelů se dá úspěšně regulovat základní herbicidní ochranou (pre- a postemergentními herbicidy) (Vašák a kol., 2000).

Největší podíl herbicidní ochrany v řepce dnes připadá na preemergentní aplikaci herbicidů. Preemergentní herbicidy musí být aplikovány do tří dnů od zasetí řepky. Výhodou je velký výběr přípravků, který zaručuje pokrytí téměř celého plevelného spektra. Nevýhodou je, že účinnost preemergentních přípravků může být snížena vlivem sucha (Baranyk a kol., 2007).

Druhou možností je aplikace postemergentních herbicidů. Není doporučováno aplikovat tyto herbicidy v rámci základní ochrany, spíše se využívá jako doplněk k preemergentním herbicidům. Nevýhodou je, že se musí aplikovat v optimálním termínu vzhledem k růstové fázi plevelů. Postemergentní herbicidy se využívají hojně k opravným zásahům v případech, kdy selhala základní regulace plevelů (Baranyk a kol., 2010).

3.2.5 OCHRANA PROTI ŠKŮDCŮM

Významní škůdci v podzimním a zimním období:

- Slimáček sítkovaný (*Deroceras reticulatum*), slimáček polní (*Deroceras agreste*), plzák španělský (*Arion lusitanicus*) - škodí žírem na mladých rostlinách.
- Dřepčici rodu *Phyllotreta* – ožírají děložní lístky a dírkují na vzešlích rostlinách.
- Dřepčík olejkový (*Psylliodes chrysocephala*) – larvy vyžírají srdéčka rostlin.
- Hraboš polní (*Microtus arvalis*)

Významní škůdci v jarním období:

- Krytonosec řepkový (*Ceutorhynchus napi*), krytonosec čtyřzubí (*Ceutorhynchus pallidactylus*) – larvy se vyvíjí ve stoncích a řapících listů, deformují je a poškozují.
- Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*) – dospělci se po náletu prokousávají do poupat a způsobují nerovnoměrné nasazení květů a šešulí.

Významní šešulový škůdci:

- Krytonosec šešulový (*Ceutorhynchus obstrictus*) – larvy vyžírají šešule.
- Bejломorka kapustová (*Dasineura brassicae*) – larvy poškozují stěny šešule, ty se následně otevírají a semena vypadávají (Baranyk a kol., 2010)

Kazda a kol. (2010) říká, že u některých výše uvedených škůdců se ochrana neprovádí každoročně. Proti takovýmto škůdcům (slimáček polní a sítkovaný, dřepčici rodu *Phyllotreta*, dřepčík olejkový, hraboš polní) zasahujeme pouze v letech, kdy dojde k jejich akutnímu přemnožení. Naopak jarní a šešulový škůdci (krytonosci, blýskáček řepkový, bejломorka kapustová) škodí na řepce každým rokem. Je tedy důležité sledovat období náletu těchto škůdců (např. pomocí Mörického misky) a včas zasáhnout aplikací vhodného insekticidu.

3.2.6 OCHRANA PROTI CHOROBÁM

Fómová hniloba

Tato choroba je způsobena houbou *Leptosphaeria maculans*. Příznaky této choroby se mohou objevit na všech vývojových stádiích. Příznaky infekce se nejvíce objevují v jarním období na mechanicky poškozených stoncích. Pletiva postupně nekrotizují a stonek zasychá. Ochrana se provádí nejčastěji na podzim i na jaře aplikací regulátorů růstu s fungicidními účinky (Kazda a kol. 2010).

Sclerotiniová hniloba

Chorobu způsobuje půdní houba *Sclerotinia sclerotiorum* (Hlízenka obecná). K infekci dojde v období květu nebo odkvétání. Prvním projevem napadení jsou vodnaté skvrny na hlavním stonku. Skvrny rychle šednou a uvnitř stonku se tvoří bílé vatovité mycelium houby, ve kterém se tvoří sklerocia. Houba přežívá na pozemku díky těmto sklerociím, která zůstávají v půdě. V letech silného výskytu může hlízenka způsobit 30 – 50% ztráty na výnosech. Při zamoření pozemku lze biologický přípravek Contans, který obsahuje houbu *Coniothium minutans*. Tato houba napadá a hubí sklerocia hlízenky v půdě. Dále je možné regulovat napadení hlízenkou aplikací fungicidu v době květu řepky (Kazda a kol. 2010).

Verticiliové vadnutí

Tuto chorobu vyvolávají půdní houby rodu *Verticillium*. Stonek při napadení zasychá a vystupují cévní svazky, které jsou na průřezu černé. Houba přežívá v půdě v podobě mikrosklerocií. Chemická ochrana není možná, pro omezení výskytu této choroby je nutné omezit pěstování brukvovitých na pozemku (Kazda a kol, 2010)

3.2.7 SKLIZEŇ A SKLADOVÁNÍ

Vzhledem k tomu, že má řepka poměrně dlouhé období květu (3 – 4 týdny) dozrávají šešule nepravidelně, což přináší obtíže při určování termínu sklizně (Alpmann et al., 2006).

Baranyk a kol. (2010) k tomu dodává, že je možné regulací či desikací zajistit rovnoměrnější dozrávání řepky. Varuje však před riziky této operace. Předčasnou aplikací desikantu můžeme snížit HTS a tím i výnos porostu. Dále při pozemní aplikaci regulátoru

dozrívání a desikantu poškozujeme porost v kolejových řádcích. V neposlední řadě je regulace dozrívání značně nákladnou operací. Proto je důležité zvážit vhodnost této aplikace.

Pro sklizeň řepky je důležité správné nastavení sklízecí mlátičky. Je vhodné vybavit lištu mlátičky prodlouženým žacím válem s aktivními děliči, které zamezí ztrátám při kosení porostu. Semeno řepky je skladovatelné při 8% relativní vlhkosti. V případě sklizení řepky s vyšší vlhkostí je nutné semeno dosoušet. Dbáme na to, aby teplota semene během dosoušení nestoupala nad 45 °C. Při vyšších teplotách dochází ke znehodnocení oleje v semeni (Vašák a kol., 2000).

3.3 VYUŽITÍ ŘEPKY OLEJNÉ

Hlavním cílem pěstování řepky je produkce oleje, který se dále zpracovává. Alpmann et al. (2006) dělí využití řepkového oleje na potravinářské a nepotravinářské. Dále dodává, že zbytky po lisování či extrakci jsou hodnotným krmivem pro hospodářská zvířata, extrahované řepkové šroty mohou nahradit šroty sójové.

3.3.1 POTRAVINÁŘSKÉ VYUŽITÍ

Baranyk a kol. (2007) jmenuje znaky charakteristické pro řepkový olej:

- nízký obsah (5 – 8 %) nasycených mastných kyselin
- bohatý obsah polynenasycené mastné kyseliny olejové (50 – 60 %)
- dostatečný obsah polynenasycené kyseliny linolové (20 - 26 %)
- bohatý obsah polynenasycené alfa-linolenové kyseliny (9 – 10 %)
- příznivý poměr omega-6 k omega-3-mastným kyselinám
- přijatelný obsah tokoferolů (vitamínu E)
- nízký obsah nežádoucí kyseliny erukové (do 2 %)

Alpmann et al. (2006) řadí z dietetického hlediska řepkový olej mezi nejčinnější stolní oleje. Díky optimální kombinaci jednosytných a vícesytných mastných kyselin a díky

vhodnému poměru kyselin linolové a linoleové je řepkový olej pro lidský organismus vhodnější než olej olivový.

3.3.2 NEPOTRAVINÁŘSKÉ VYUŽITÍ

Z řepkového oleje lze transesterifikací získávat methylester řepkového oleje (MEŘO), který je dnes běžnou součástí pohonných hmot. Déle se řepkový olej využívá například jako biologicky rozložitelné mazivo. Řepkový olej je také využíván jako nosné médium v léčivech. Řepkové šroty a pokrutiny jsou hodnotným krmivem vysoký obsah bílkovin. Posklizňová biomasa, šroty a pokrutiny mohou být také využívány pro výrobu palivových briket a pelet (Alpmann et al., 2006).

3.4 REGULÁTORY ROSTLINNÉHO RŮSTU (ROSTLINNÉ HORMONY)

Bylo zjištěno, že normální růst a vývoj rostlin je řízen chemickými látkami, které produkuje rostlina samotná. Tyto látky nazýváme rostlinné hormony (Nickell, 1982).

Procházka a kol. (1997) definují rostlinný hormon jako organickou sloučeninu syntetizovanou v jedné části rostliny a translokovanou do části jiné, kde fyziologickou reakcí vyvolávají velmi malé dávky. Rostlinné hormony jsou přirozené regulátory růstu, tj. jsou syntetizovány rostlinou samotnou.

Hormony jako velmi jemné látky schopné regulovat růst byly objeveny v lidském těle v roce 1904 fyziologem Starlingem. I když rostlina nemá žlázy s vnitřní sekrecí obdobné žlázám živočišným, došlo po objevu rostlinných růstových látek záhy k formulaci hypotézy o existenci hormonů u rostlin (Kutina, 1988)

3.4.1 AUXINY

Přestože je Charles Darwin více známý pro svou teorii evoluce, je také považován za iniciátora současného výzkumu růstových látek. Ve své knize *The power of Movement in*

Plants (Darwin, 1880) popisuje pokus, ve kterém zjistil, že koleoptil trávy *Phalaris canariensis* se ohýbá za zdrojem světla, k ohybu však nedocházelo, když zakryl špičku rostliny.

Podstatu výše popsaného jevu se podařilo objasnit F. W. Wentovi v letech 1926-28 při práci s koleoptilemi ovsa, u nichž prokázal, že jejich špičky produkují látku, která stimuluje růst. V roce 1933 Kögl identifikoval tuto látku jako kyselinu indolyl-3-octovou (IAA). Později byly identifikovány další látky s obdobným účinkem. Například kyselina indolyl-3-másečná (IBA) nebo kyselina fenylloctová (Procházka a kol., 1997).

Auxiny jsou tedy syntetizovány v koleoptile rostliny, dále pak v mladých listech, květních orgánech, a vyvíjejících se plodech, zejména v semenech. Obsah auxinů koreluje s růstovou aktivitou rostliny (Kutina, 1988).

Nejlépe prostudovaným účinkem auxinů je stimulace dlouhivého růstu. Pod vlivem gravitace či jednostranného osvětlení dochází k nerovnoměrné distribuci IAA a v důsledku toho k nerovnoměrnému růstu a ohybu. Stimulace růstu je vyvolána auxinem obvykle v koncentraci 10^{-7} až 10^{-5} mmol.l⁻¹. Vyšší koncentrace naopak v řadě případů růst inhibují, často v důsledku zvýšené tvorby etylenu. Dalším významným účinkem auxinů je stimulace tvorby adventivních kořenů (Procházka a kol., 1997).

V praxi se většinou využívají auxiny syntetické, IAA je pro případné účely příliš nestálá. Jako herbicidy nalezly uplatnění zvláště 2,4-D a MCPA. V zahradnictví se auxiny používají zejména ke stimulaci zakořeňování řízků. Aplikací vysokých koncentrací auxinů lze provést probírku květů při vysokém nasazení (Procházka a kol., 1997).

3.4.2 GIBERELINY

Koncem 19. století se v Japonsku objevila choroba napadající rýži, která dokázala snížit úrodu až o 40%. Napadené rostliny se projevovali velmi silným růstem, později však etiolizovaly, netvořily květy, polehaly a nakonec hynuly. Choroba byla způsobena látkou produkovanou houbou *Gibberella fujikuroi* (v imperfektním stadiu *Fusarium moniliforme*). Až roku 1935 byla z této houby Yabutou izolována kyselina gibberelová a až roku 1956 objevil Radley tuto látku ve vyšších rostlinách (Arteca, 1996)

Gibereliny chemicky patří do skupiny terpenů. Všechny gibereliny jsou slabé organické kyseliny. Vznikají pravděpodobně ve všech rostlinných orgánech. Nejvyšší hladiny giberelinů nacházíme v místech aktivního růstu a nově se tvořících orgánech. Gibereliny jsou transportovány v e floému, ale byly detekovány i v xylému, což svědčí o jejich syntéze v kořenech. Význam jejich transportu nebyl dosud plně vyjasněn (Procházka a kol., 1997).

Gibereliny, podobně jako auxiny, stimulují dlouhivý růst. Na rozdíl od auxinů se tento účinek týká pouze nadzemních částí rostlin, růst kořenů není gibereliny obvykle ovlivněn. Gibereliny ovlivňují mnoho dalších procesů v rostlině. U semen lze pomocí giberelinů překonat dormanci a urychlit tak klíčení, u dlouhodobých rostlin řídí vytváření listové růžice ve vegetativní fázi a později indukují kvetení. Gibereliny dále determinují pohlaví květů u dvoudomých rostlin (Procházka a kol., 1997).

Proces jarovizace není dodnes fyziologicky objasněn, ale podle výzkumů se zdá, že i v tomto procesu hrají významnou roli gibereliny. Reakcí na jarovizaci je i dlouhivý růst. Bylo prokázáno, že je v těchto rostlinách obsažen giberelin, který je aktivován nízkou teplotou (Burn et al., 1993).

Gibereliny se nejvíce využívají v ovocnářství ke zvýšení nasazení plodů a v případě révy vinné i k získání větších plodů. Inhibitory biosyntézy giberelinů (např. CCC) se využívají k redukci dlouhivého růstu zejména v zahradnictví, v obilnářství se používají ke zkracování stébla a k podpoře odnožování při vyzimování pšenice (Procházka a kol., 1997).

3.4.3 CYTOKININY

Objev cytokininů jako samostatné skupiny rostlinných hormonů vyznačujících se stimulačním účinkem na buněčné dělení vycházel z poznatků Haberlandta, který zjistil, že z floému difundují látky indukující meristemizaci parenchymatického pletiva pletiva bramborových hlíz (Arteca, 1996)

Cytokininy jsou syntetizovány v kořenech a odtud transportovány transpiračním proudem do výhonů a listů. Proto jsou přítomny v relativně vysokém množství ve vrcholcích kořenů a ranových šťávách (Kutina, 1988).

Endogenní cytokininy stimulují větvení stonků, odnožování, potlačují dominanci apikálního vrcholu (resp. hlavního stonku). Zpomalují stárnutí rostlinných pletiv a orgánů. Stimulují tvorbu plastidů, chlorofylu a škrobu a zvyšují rezistenci vůči extrémním podmínkám prostředí. Exogenní aplikace cytokininů stimuluje u rostliny buněčné dělení a větvení a odnožování rostliny. Cytokininy také redukují dlouhivý růst stonků, diferenciaci a růst kořenů (Procházka a kol., 1997).

Cytokinin N⁶-benzyladenin v kombinaci s kyselinou giberelovou je využíván pro tvarování plodů jabloní odrůdy Delicious (Nickell, 1982).

Aplikace cytokininů se využívá pro stimulaci větvení rostlin za účelem zvýšení tvorby květů, semen či produkce řízků matečnými rostlinami. U obilnin aplikace cytokininů v době kvetení zvyšuje počet zrn v klase stimulací zakládání obilek v bazální a apikální části klasu a současně prodlužují období fotosyntetické produktivity rostlin (Trčková et al. 1992).

3.4.4 KYSELINA ABSCISOVÁ

Navzdory pokusům o identifikaci látky inhibiční povahy koncem 40. let a během 50. let teprve vývoj chromatografických metod. Tři skupiny vědců souběžně a nezávazně na sobě v roce 1964 objevily látku způsobující abscisi u bavlníku, javoru klenu a lupiny mnoholisté. V roce 1967 byl pro tuto látku přijat název kyselina abscisová (ABA) (Arteca, 1996).

Obsah ABA v rostlinách je značně proměnlivý, ovlivňuje ji především vodní stres. ABA je syntetizována v dospělých listech a je vedena floémem do kořenů a pak zpět distribuována xylémem do listů. Způsobuje uzavírání průduchů. Rostlinné buňky reagují na ABA inhibicí růstu (Kutina, 1988).

Navzdory mnoha letům intenzivního bádání základní informace o fyziologických účincích ABA nejsou zdaleka kompletní a ve většině procesů není vliv ABA jednoznačně

definován. Působí především jako stresový hormon, inhibuje růst a patrně hraje roli i při dormanci semen (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

3.5 REGULACE RŮSTU ŘEPKY

Při pěstování ozimé řepky vystupují dva okruhy problémů. Prvním je značná závislost řepky na podmínkách prostředí, náchylnost k vyzimování, polehání atd., což vyžaduje striktní dodržování technologie s dominantním vlivem výsevu, hustoty porostu a výživy. Dále pak nedokážeme využít výnosového potenciálu řepky, který činí 7,5 t/ha a jehož skutečná realizace dosahuje nanejvýše 75% (Branyk a kol, 2007).

Regulátory jsou látky, které žadaným způsobem ovlivňují fyziologické procesy v metabolismu rostlin a pozitivně tak působí na výnos či kvalitu řepky (Vašák a kol., 2000).

Fábry a kol. (1992) jako cíle aplikace regulátorů růstu jmenuje:

- zvýšení zimovzdornosti rostlin a snížení závislosti vývinu rostlin na vnějším prostředí
- omezení polehání a zkrácení stonku s cílem snížení poměr semen ke slámě z 1:3 na 1:2
- zvýšení úrovně hodnot prvků výnosů, zvláště pak počtu šešulí ze současných asi 80 až 100 na dvojnásobek a počet semen v šešuli z dnešních 16 až 18 asin o polovinu; reálné je i zvýšení HTS o 10% ba 5,5 g

Vašák a kol. (2000) dále doplňuje:

- zlepšení poměru mezi nadzemní biomasou a kořeny

Baranyk a kol. (2010) uvádí 3 reakce rostlin na aplikaci regulátoru růstu na podzim:

1. Založení většího počtu listů v horizontálně rozložené listové růžici, zvýšená intenzita asimilace a spolu se sníženou výškou porostu zlepšený přístup světla k úžlabním pupenům a jejich lepší diferenciaci

2. Mohutnější kořenová soustava umožňuje lepší příjem živin a vody a zvyšuje i kapacitu kořenů pro ukládání zásobních látek a ukotvení rostlin v půdě. Silné kořenové krčky pak umožňují výživu většího počtu větví v další vegetaci.
3. Zesílení buněčných stěn, zvýšení ukládání asimilátů a menší dodýchávání zásobních látek. Zvyšuje se tím odolnost vůči vyzimování a snižuje úbytek rostlin na jaře.

Baranyk a kol. (2010) rozděluje regulátory růstu podle účinných látek a jejich působení na několik skupin:

- přípravky typu CCC (*chlormequatu*)
- přípravky typu triazolů
- ostatní přípravky (ú.l. *flusilazole*, ...)

3.5.1 PŘÍPRAVKY TYPU CCC

Nejdůležitějšími retardanty používanými v pěstitelských technologiích jsou *chlormequat-chlorid* (CCC) a *mepiquat-chlorid*. Obě tyto látky inhibují syntézu giberelinů (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Chlormequat chlorid [(2-chlorethyl) trimethylamonium chlorid] je regulátor růstu rostlin, který patří do skupiny kvartérních amoniových látek. *Chlormequat* chlorid působí jako inhibitor biosyntézy rostlinných hormonů, čehož využíváme k omezení růstových projevů mnoha rostlinných druhů. Totočasné zablokování brání syntéze četných rostlinných hormonů potřebných pro normální růst a vývoj rostlin. Je formulován jako rozpustný koncentrát nebo kapalina (US Environmental Protection Agency, 2007).

Jedná se o přípravky k omezení přerůstání rostlin v podzimním období a k zvýšení zimovzdornosti porostů ozimé řepky. Omezují nadměrný rozvoj nadzemní hmoty, podporují rozvoj kořenového systému a mají vedlejší účinky na výskyt houbových chorob. Aplikace má význam především tehdy (ale nejen tehdy), jestliže řepka byla vyseta velmi brzy, při vyšším obsahu dusíku v půdě a za předpokladu teplého počasí v průběhu podzimu (Vašák a kol., 2000).

Fábry a kol. (1992) uvádí výsledky pokusů z let 1965-1986, které probíhaly ve VSO v Opavě a VŠZ v Praze. Z nich vyplývá, že inhibiční se vliv na výšku rostlin v podzimním období projeví za předpokladu aplikace u předčasných výsevů a u včas provedených výsevů, kdežto naopak u opožděných oproti agrotechnickému termínu byl tento vliv vyloučen analogickým inhibičním vlivem krátkého dne. U extrémně pozdních výsevních termínů (7. IX.-27. IX.) aplikace CCC průkazně snížila počet přezimujících rostlin.

Kacperska-Palacz et al. (1972, 1975) zjistili, že vlivem aplikace CCC a nízkých teplot nezávisle na délce dne nastal v listovém pletivu řepky vzestup obsahu ve vodě rozpustných bílkovin. Přitom rostliny se působením nízkých teplot otužovaly účinněji než vlivem CCC. Také bylo zjištěno, že po ošetření CCC došlo k tzv. gelifikaci protoplazmy, ke zvýšení její viskozity a ke zvýšení obsahu hydrofilních proteinů s vyšší odolností proti mrazu. Vlivy, které inhibují růst buněk, snižují dehydrataci v první etapě otužování a zvyšují odolnost proti nízkým teplotám (Fábry a kol. 1992).

3.5.2 PŘÍPRAVKY TYPU AZOLŮ

Zpočátku se pro regulaci růstu využívaly zejména přípravky na bázi CCC. Od roku 1998 však v České republice přicházejí na trh postupně přípravky na bázi *tebuconazole* a *metconazole*, které mají nejen výborný fungicidní účinek, ale jejichž vedlejším efektem je i výrazný vliv na změnu habitu rostlin, a to ve prospěch lepšího utváření základních výnosových prvků rostlin (Baranyk a kol., 2010).

Vašák a kol. (2000) doplňuje, že oba povolené azolové přípravky patří mezi fungicidy s účinky na fómovou suchou hnilobu, na Sclerotinii a na čerň řepkovou. Účinkují rovněž na plíseň šedou, *Cylindrosporium*, *Mycosphaerella*, *Pseudocercospora capsellae* a padlí brukvovitých. Účinky jsou poměrně dlouhodobé. Přípravky mají vedle dobrého fungicidního efektu poměrně silné účinky proti přerůstání a vyzimování řepky, posilují růst kořenů, zvětšují sílu kořenového krčku, výrazně zlepšují ozelenění, zpomalují stárnutí listů a pletiv, zvyšují počet větví, omezují poléhání. Vliv na zkrácení stonku je znatelný, ale méně výrazný (cca 15 cm) než u Baronetu (*triapenthanol*) či Cultaru (*paclobutrazol*) které zkracují stonky až o 25 cm. Azolové regulátory se nesmí míchat s hnojivem DAM.

Triazoly regulují růst inhibicí syntézy rostlinných hormonů, a to především giberelinu. Při výzkumech ve Velké Británii, které probíhaly v letech 1999 až 2007 se ukázalo že jarní aplikace regulátorů růstu s účinnou látkou *metconazole* zvyšuje celkovou délku kořenů o 20%. To se v suchých letech projeví výnosem vyšším o 0,2 až 0,3 t/ha oproti neošetřené variantě. V tomtéž pokusu se ukázalo jako nejvhodnější termín aplikace před období vykvetením. Právě tato varianta přinesla nejvyšší zvýšení výnosu (Berry et Spink, 2009)

4. MATERIÁL A METODY

4.1 CHARAKTERISTIKA POKUSNÉ STANICE

Stanice byla vybudována v roce 1974 v okrese Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Je sdruženým pracovištěm katedry rostlinné výroby, agrochemie a výživy rostlin, a pícninářství. Stanice obhospodařuje 30 ha pozemků s tím, že plocha pokusů se pohybuje okolo 6 ha. Ostatní jsou vyrovnávací plochy. Zeměpisné údaje stanice jsou: 50°04' severní zeměpisné šířky, 14°10' východní zeměpisné délky. Nadmořská výška činí 398 m n. m. (Cihlář, 2007).

4.1.1 KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA

Újezd spadá do oblasti mírně teplé, mírně suché, převážně s mírnou zimou. Pro charakteristiku srážek je použito údajů stanice Červený Újezd z období let 1901 – 1950. Pro charakteristiku teplot za období 1901 - 1950 jsou údaje získány interpolací (s přihlédnutím k nadmořské výšce a vzdálenosti) hodnot stanice Lány a Praha – Karlov (Cihlář, 2007).

Průměrná doba slunečního svitu (údaje stanice Praha - Karlov 1926 - 1950) je 1902 hodin, za vegetační období 1396 hodin. Klimatické podmínky podmiňují vznik hnědozemí, hnědozemí illimerizovaných, vyluhování vrchních půdních horizontů a posun koloidních částic do spodiny (Cihlář, 2007).

4.1.2 PŮDNÍ PODMÍNKY

Zájmové území je součástí Bělohorské plošiny mírně zvlněné. Terén pokusných ploch je jednoduchý, převážně s jižní expozicí, průměrná nadmořská výška je 405 m n.m. (nejvyšší bod 420 m n.m. je vrchol mírného svah na jižním okraji území). Na území jsou hluboké kvarterní pokryvy, rovinný terén podmiňuje dobrý zásak srážkových vod, substráty mají dobrou vododržnost i dobrou vnitřní drenáž (Cihlář, 2007).

Pokusné plochy jsou situovány na východní straně katastru obce Červený Újezd. Genetickým půdním představitelem je hnědozem, sprašový pokryv. Hlavním půdotvorným procesem je illimerizace, dochází k okyselování povrchových vrstev půdního profilu, peptizaci koloidů a jejich vyplavování do spodiny. Tím se vytvořily charakteristické horizonty.

Půda disponuje mírným obsahem humusu, reakce je neutrální, sorpční kapacita je střední. Obsah P, K je střední až dobrý (Cihlář, 2007).

4.1.3 OSEVNÍ POSTUP

Pro pokusy Výzkumné stanice bylo vyčleněno 30 ha orné půdy z pozemků ŠZP Lány. Bylo vyměřeno 5 honů se standardní šířkou 162 m a délkou minimálně 300 m. Rotace plodin byla stanovena takto:

1. Pokusy
2. Jarní obilovina
3. Jetelovina
4. Jetelovina
5. Ozimá obilovina

Rotace má zajistit vyrovnání pozemku po pokusech.

4.2 PRŮBĚH POČASÍ 2010/2011

Měsíc srpen byl silně vlhký. Právě značné množství srážek způsobilo pozdní sklizení předplodiny (jarního ječmene) a také posunulo výsev řepky až na konec agrotechnické lhůty. Zářij bylo teplotně mírně podprůměrné a srážkově silně nadprůměrné. V měsíci říjnu došlo ke zpomalení vývoje řepky především vlivem sucha. Úhrn srážek v tomto měsíci činil pouhých 7,9 mm, přičemž dlouhodobý průměr pro tento měsíc činí 35 mm. Teplotně byl říjen mírně podprůměrný. Listopad byl srážkově i teplotně silně nadprůměrný, objevily se i srážky sněhové. Zima naplno udeřila v prosinci, který byl teplotně silně podprůměrný a srážkově naopak silně nadprůměrný. K poškození mrazem díky vysoké vrstvě sněhu nedošlo. Během ledna, který byl teplotně normální a srážkově mírně nadprůměrný, sníh postupně odtál. Problematický byl měsíc únor, který byl silně suchý a teplotně v normálu. Docházelo tedy k

„holomrazům“. Řepka je však přečkala bez vážnější újmy. Březen byl srážkově i teplotně průměrný, naopak duben byl mimořádně teplý a mírně suchý. Zajímavostí byli dny 18. 3. a 13. 4., kdy vlivem přechodu tlakové níže pokryla pole cca 4cm vrstva sněhu. Tento prudký „návrat zimy“ nezpůsobil na řepce žádné poškození. Květen 2011 byl teplotně a srážkově průměrný. Dne 3. 5. 2011 došlo k poškození pupat na vrcholové části rostlin vlivem náhlého poklesu teplot až na -4°C. Poškozená pupata následně opadla. Měsíc červen byl teplotně srážkově průměrný. Červenec byl teplotně průměrný a silně vlhký, většina srážek však přišla v 1. a 2. dekádě měsíce, sklizeň tak mohla být provedena 27. 7. 2011.

Klimatická charakteristika je uvedena v tabulkách č. 2 a č. 3. Průběh průměrných denních teplot a měsíční srážkové úhrny jsou zobrazeny v grafech č. 3 a č. 4.

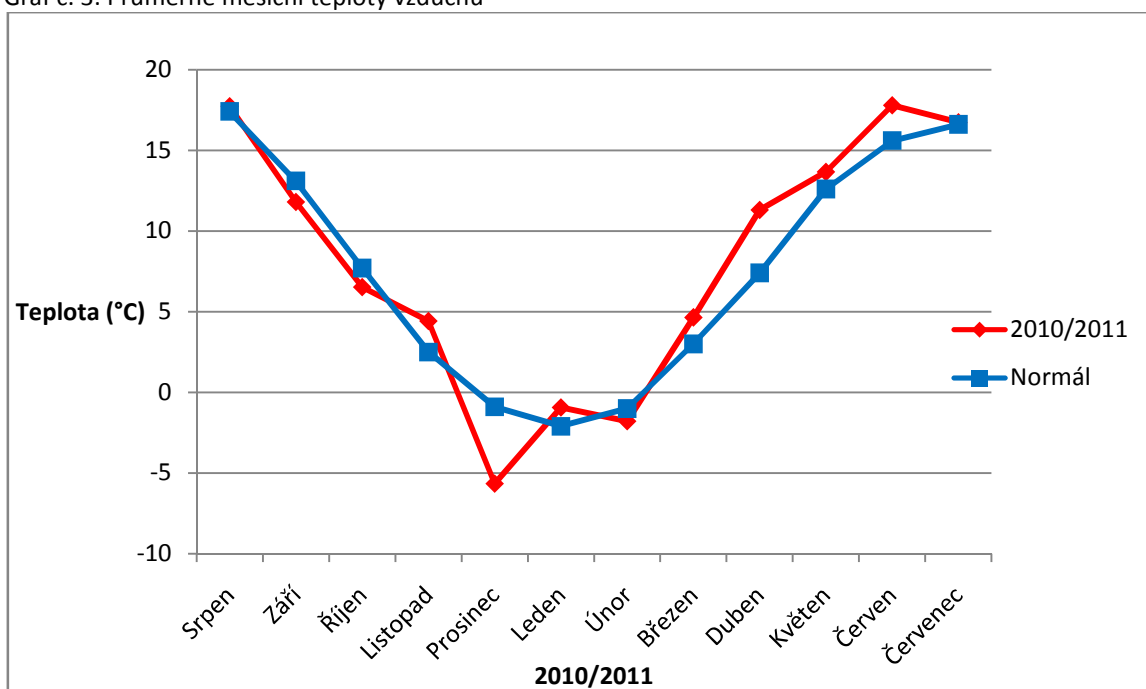
Tab. č. 2: Klimatická charakteristika – průměrná denní teplota vzduchu

měsíc	průměrná denní teplota vzduchu (°C)		odchylka od normálu (°C)	charakteristika
	2010/11	normál		
srpen	17,72	17,4	0,32	normální
září	11,79	13,1	-1,31	studený
říjen	6,52	7,7	-1,18	studený
listopad	4,41	2,5	1,91	silně teplý
prosinec	-5,66	-0,9	-4,76	silně studený
leden	-0,94	-2,1	1,16	normální
únor	-1,79	-1	-0,79	normální
březen	4,64	3	1,64	normální
duben	11,3	7,4	3,90	mimořádně teplý
květen	13,65	12,6	1,05	normální
červen	17,78	15,6	2,18	silně teplý
červenec	16,72	16,6	0,12	normální

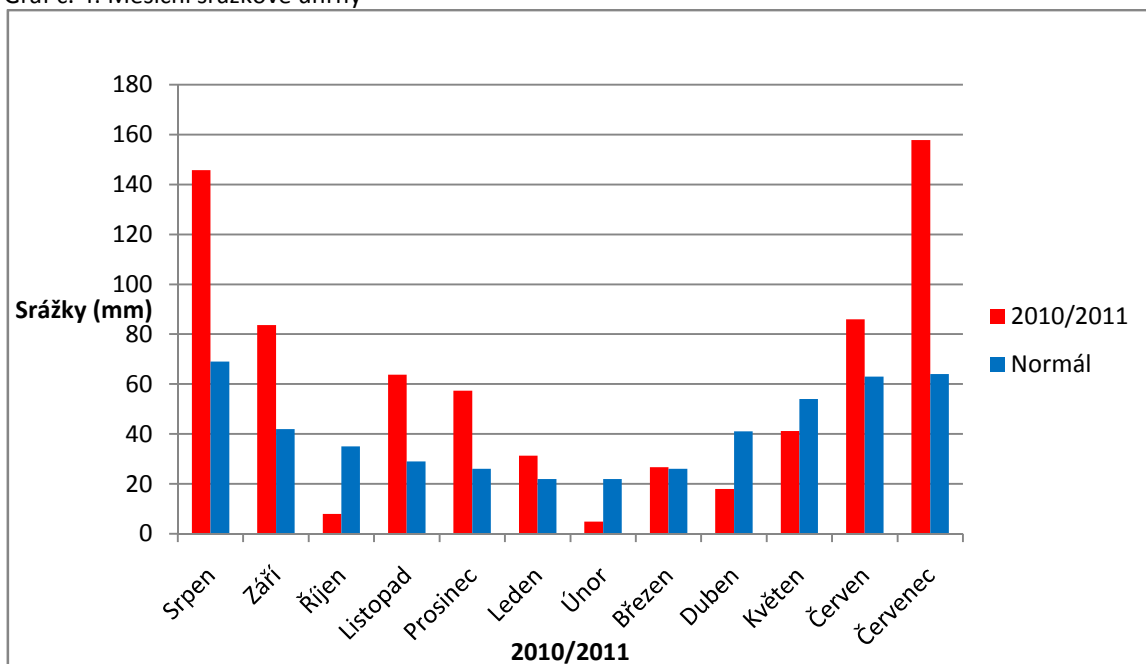
Tab. č. 3: Klimatická charakteristika – měsíční úhrny srážek

měsíc	měsíční úhrn srážek (mm)		odchylka od normálu (mm)	charakteristika
	2010/11	normál		
srpen	145,7	69	211,2	silně vlhký
září	83,6	42	199,0	silně vlhký
říjen	7,9	35	22,6	silně suchý
listopad	63,8	29	220,0	silně vlhký
prosinec	57,4	26	220,8	silně vlhký
leden	31,3	22	142,3	vlhký
únor	4,9	22	22,3	silně suchý
březen	26,7	26	102,7	normální
duben	18	41	43,9	suchý
květen	41,2	54	76,3	normální
červen	86	63	136,5	normální
červenec	157,8	64	246,6	silně vlhký

Graf č. 3: Průměrné měsíční teploty vzduchu



Graf č. 4: Měsíční srážkové úhrny



4.3 METODIKA POKUSU

Pokus byl prováděn na odrůdě řepky Californium. Tato liniová odrůda nižšího věku byla vybrána pro svou dobrou schopnost přezimování. Tato odrůda je význačná svým silným a hlubokým kořenovým systémem, díky kterému je vhodná do sušších podmínek a do oblastí s lehkými půdami.

Bylo založeno celkem 28 parcel o rozměrech 1,25 x 12 m (15 m²). Na jaře bylo cíleně odplečkováno 1,25 m z délky z obou stran. Rozměr parcely ke sklizni byl tedy 1,25 x 9,5 m (11,875 m²).

Pokus byl prováděn v 7 variantách po 4 opakováních. Aplikované regulátory v jednotlivých variantách jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. č. 4: Varianty pokusu

1	kontrola
2	Horizon 250EW (1 l/ha)
3	Horizon 250EW (0,5 l/ha) + Retacel (2l/ha)
4	Caramba 1,2 l/ha
5	Caramba (0,8 l/ha) + Ratacel (2 l/ha)
6	Retacel (5 l/ha)
7	Toprex (0,3 l/ha)

Charakteristika aplikovaných regulátorů růstu

Horizon 250 EW

Účinnou látkou je zde *tebuconazole*, působí systémově, kromě regulace růstu má i fungicidní účinek. Při podzimní aplikaci u řepky posiluje růst kořenového systému, omezuje dlouhivý růst lodyhy a listů a zvyšuje obsah sušiny v rostlině.

Retacel Extra R 68

Tento regulátor růstu obsahuje účinnou látku *Chlormequat-chloride*. Na řepku se aplikuje za účelem zvýšení jistoty přezimování.

Caramba

Jedná se o systémový fungicid, účinnou látkou je zde *metconazole*. Při podzimní aplikaci reguluje růst a stimuluje větvení řepky.

Toprex

Jedná se o systémový fungicid s morforegulačními účinky. Obsahuje dvě účinné látky:

- *Difenoconazole*- zajišťuje fungicidní účinky
- *Paclbutrazol*- inhibuje biosyntézu fytohormonů a omezuje tak rychlost buněčného dělení

Agrotechnické operace, aplikace hnojiv a pesticidů jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. č. 5: Výpis agrotechnických operací, aplikací hnojiv a pesticidů

Datum	Operace
22.8.2010	sklizeň předplodiny (jarní ječmen) – sláma rozptýlena a zmulčována
23.8.2010	seťová orba (hloubka 22 cm)
24.8.2010	předseťová příprava půdy kombinátorem
25.8.2010	výsev bezezbytkovým secím strojem, mořené osivo Chinook + Vitavax, hloubka 1,5-2 cm a šířka řádků 12,5 cm, výsevek 50 klíčivých semen na 1m ²
26.8.2010	po zasetí válení (cambridge válce)
26.8.2010	herbicid Butisan 400 (1,2 l/ha) + Command 36CS (0,2 l/ha)
2.9.2010	moluskocid Vanish slug pellets – plošně
3.9.2010	repelent Hukinol – hadříky na okraji pole
7.9.2010	rodenticid Stutox – lokálně do děr
7.9.2010	graminucid Targa Super 5EC (1,2 l/ha)
1.10.2010	graminucid+insekticid Targa Super 5EC (1,0 l/ha)+Nurelle D (0,6 l/ha)
11.10.2010	postřik variant 2 až 7
23.2.2011	1a. dávka dusíku (40 kgN/ha) v LAV
10.3.2011	1b. dávka dusíku (35 kgN/ha) v LAV
25.3.2011	insekticid Karate Zeon (0,1 l/ha)
31.3.2011	2. dávka dusíku (50 kgN/ha) v LAV
18.4.2011	3. dávka dusíku (30 kgN/ha) v LAV
20.4.2011	insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)
7.7.2011	desikace + lepení (Roundup Klasik 3 l/ha + Agrovital 0,7 l/ha)
27.7.2011	sklizeň

4.4 METODIKA ODBĚRŮ A MĚŘENÍ

4.4.1 PODZIMNÍ ODBĚRY A MĚŘENÍ

Na podzim byly sledovány následující znaky:

1. Hmotnost čerstvé biomasy nadzemních a podzemní části
2. Hmotnost sušiny nadzemní a podzimní části
3. Délka hlavního kořene
4. Délka nejdelšího listu
5. Průměr kořenového krčku
6. Počet listů

Podzimní odběry byly provedeny dne 16. 11. 2010. Z každé parcelky bylo odebráno 10 rostlin. Rostliny byly omyty, aby se zbavily přebytečné zeminy a dalších nečistot.

Řezem byla oddělena část podzemní (kořenová) a nadzemní (listová).

Byla zvážena hmotnost nadzemní a podzemní části rostliny, zjištěn počet listů, pravítkem změřena délka nejdelšího listu a hlavního kořene a posuvným měřítkem změřen průměr kořenového krčku.

Poté byl veškerý materiál usušen v sušárně a byla změřena hmotnost sušiny nadzemních a podzemních částí.

4.4.2 POSKLIZŇOVÉ HODNOCENÍ

Sklizeň byla provedena dne 27. 7. 2011 speciální sklízecí mlátičkou pro maloparcelkové pokusy značky Wintersteiger. Po sklizni byl vyhodnocen výnos řepky, metodou NMR byl zjištěn obsah oleje v semeni.

NMR spektroskopie je fyzikálně-chemická metoda využívající interakce atomových jader s magnetickým polem. Zkoumá rozdělení energií jaderného spinu v magnetickém poli a přechody mezi jednotlivými spinovými stavy vyvolané působením radiofrekvenčního záření. Na základě NMR spektroskopie lze určit složení a strukturu molekul zkoumané látky i jejich množství. V oblasti zemědělství se NMR spektroskopie využívá ke stanovení olejnatosti semen řepky, slunečnice, máku, sóji. Přístroj spolu s olejnatostí stanoví i vlhkost vzorku. Jedná se o nedestruktivní metodu, přístroj musí být před měřením neznámého vzorku nakalibrován, potřebujeme k tomu minimálně tři kalibrační standardy. Měření jednoho vzorku trvá cca 5 minut. Semena se měří celá. Navážka je 10-20 g

Výsledky byly upraveny pro 8% vlhkost semene a 2% příměsi.

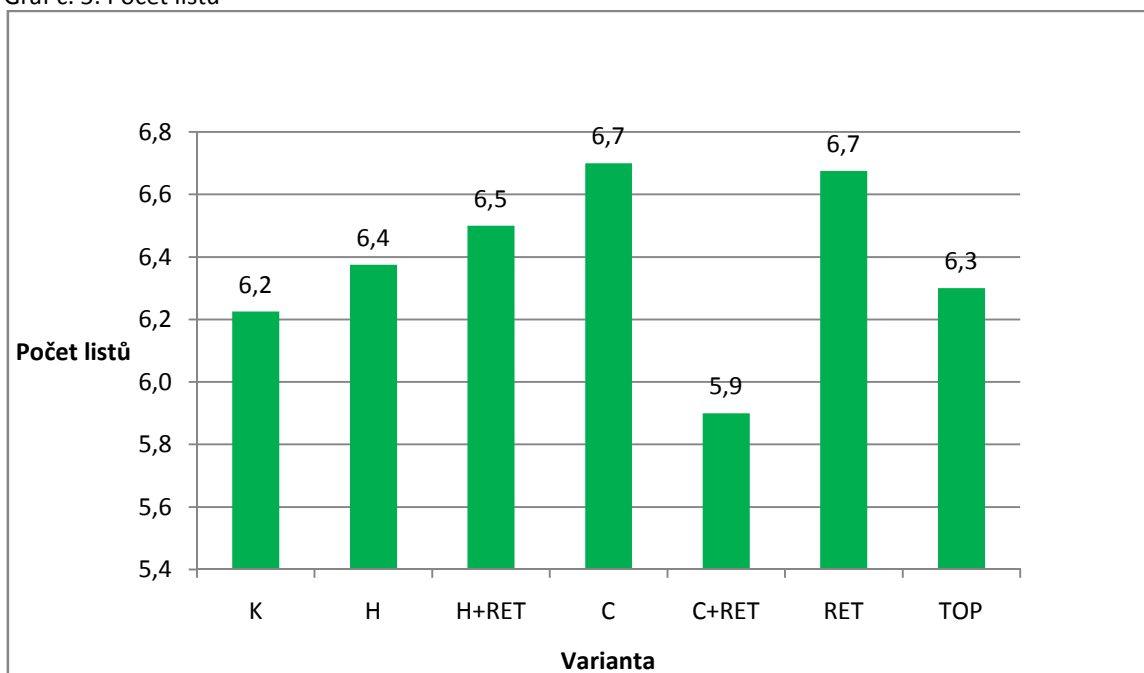
5. VÝSLEDKY

5.1 VÝSLEDKY PODZIMNÍCH ODBĚRŮ

Počet listů

Graf č. 5 zobrazuje působení jednotlivých aplikací regulátoru růstu na počet listů řepky ozimé. Z grafu vyplývá, že většina aplikovaných regulátorů růstu podporuje tvorbu listů. Kromě kombinace Caramby s Retacelem, která snížila počet listů o 0,3 oproti neošetřené kontrole, vykazují všechny varianty vyšší počet listů než neošetřená kontrola. Nejvíce tvorbu listů podporovala samostatná aplikace Caramby a Retacelu, shodně o 0,5 listu. Nejslabší reakce byla pozorována u porostu ošetřeného Toprexem.

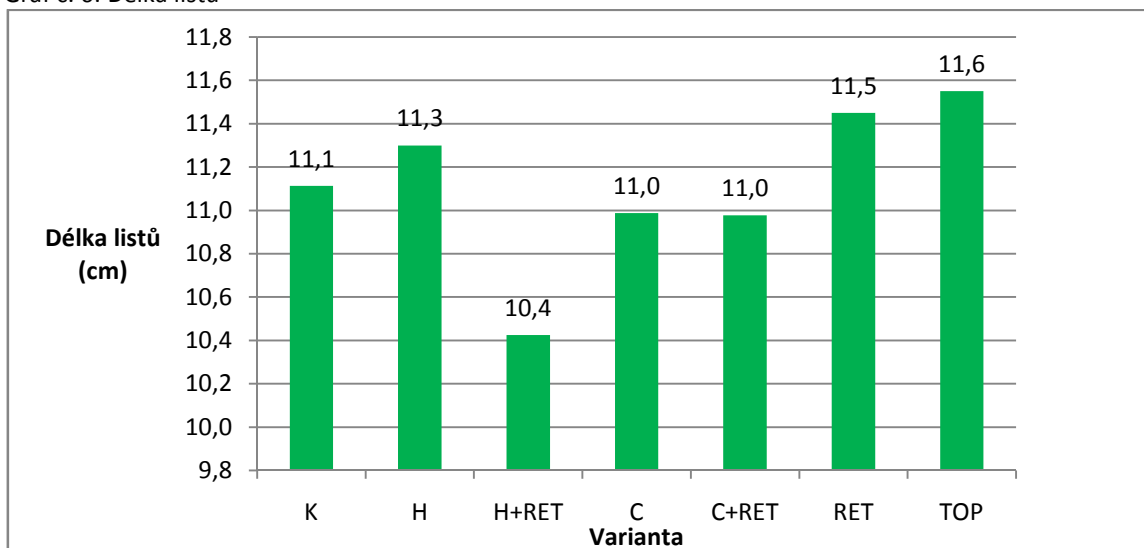
Graf č. 5: Počet listů



Délka listů

Graf č. 6 znázorňuje působení jednotlivých aplikací regulátoru růstu na délku listů rostliny. Z grafu lze zjistit, že výrazný regulační efekt na dlouhivý růst listů řepky ozimé má pouze aplikace Horizontu s Retacelem zároveň. Tato kombinace zkrátila list o 0,7 cm oproti neošetřené kontrole. Nepatrný regulační efekt poskytly ještě aplikace Caramby samostatně a Caramby s Retacelem, obě shodně o 0,1 mm. Ostatní varianty délku listů zvětšovali, nejvíce aplikace Toprexu, a to o 0,5 cm. Nejméně délku rostlin ovlivnila aplikace Caramby a kombinace Caramby s Retacelem, obě tyto varianty snížily délku listů o 0,1 cm.

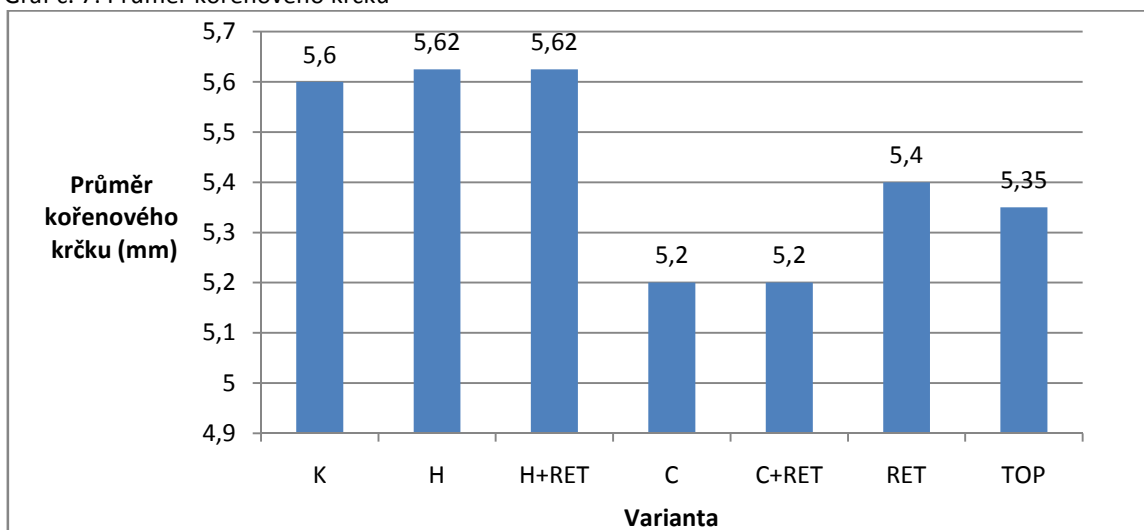
Graf č. 6: Délka listů



Průměr kořenového krčku

Graf č. 7 zobrazuje vliv jednotlivých aplikací regulátoru růstu na průměr kořenového krčku. Z grafu vyplývá, že pouze aplikace Horizonu, případně Horizonu s Retacelem zajišťuje zesílení kořenového krčku, a to o pouhé 0,03 mm oproti neošetřené kontrole. Zbylé čtyři varianty ošetření průměr kořenového krčku zmenšují. Nejvíce se zeslabení krčku projevilo u variant ošetřených Carambou nebo kombinací Caramby s Retacelem, a to shodně o 0,4 mm oproti neošetřené kontrolní variantě.

Graf č. 7: Průměr kořenového krčku

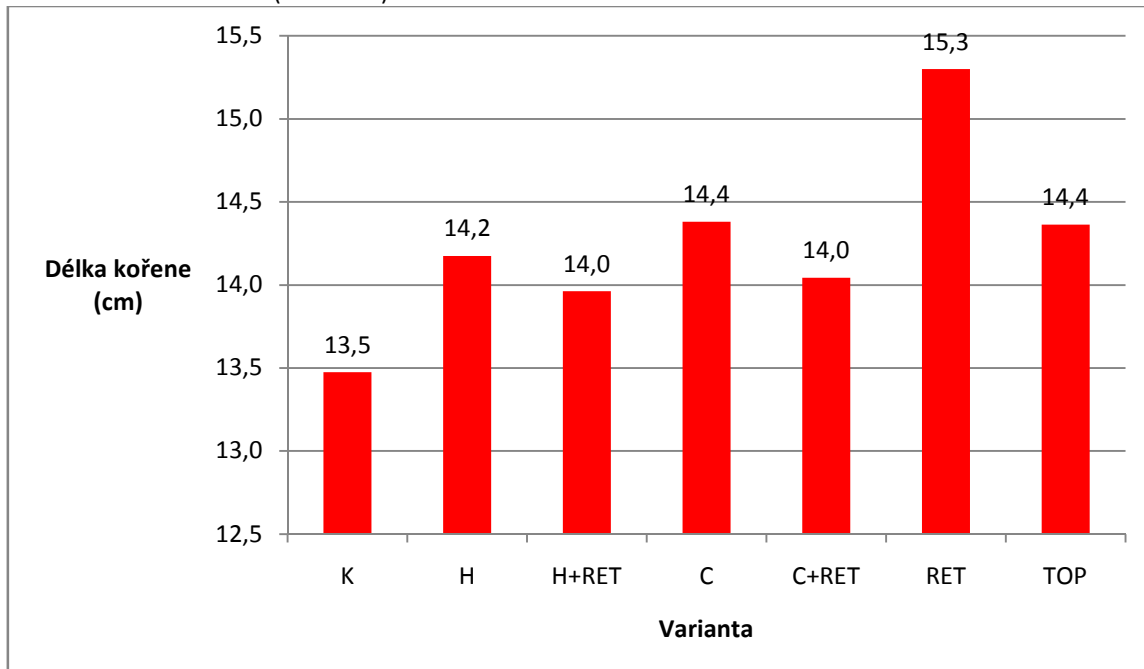


Délka kořene

Z výsledků měření vlivu regulátorů růstu na délku (graf č. 8) kořene vyplývá, že všechny zkoušené regulátory růstu podporují dlouhivý růst kořene řepky ozimé. Nejvíce

délku kořene zvýšila aplikace Retacelu, a to o 1,8 cm oproti neošetřené kontrole. Zbylé regulátory růstu kořen prodloužily o 0,5 až 0,9 cm oproti neošetřené kontrole. To znamená, že prodloužily kořen řepky v průměru na 14 až 14,4 cm.

Graf č. 8: Délka hlavního (kulového) kořene



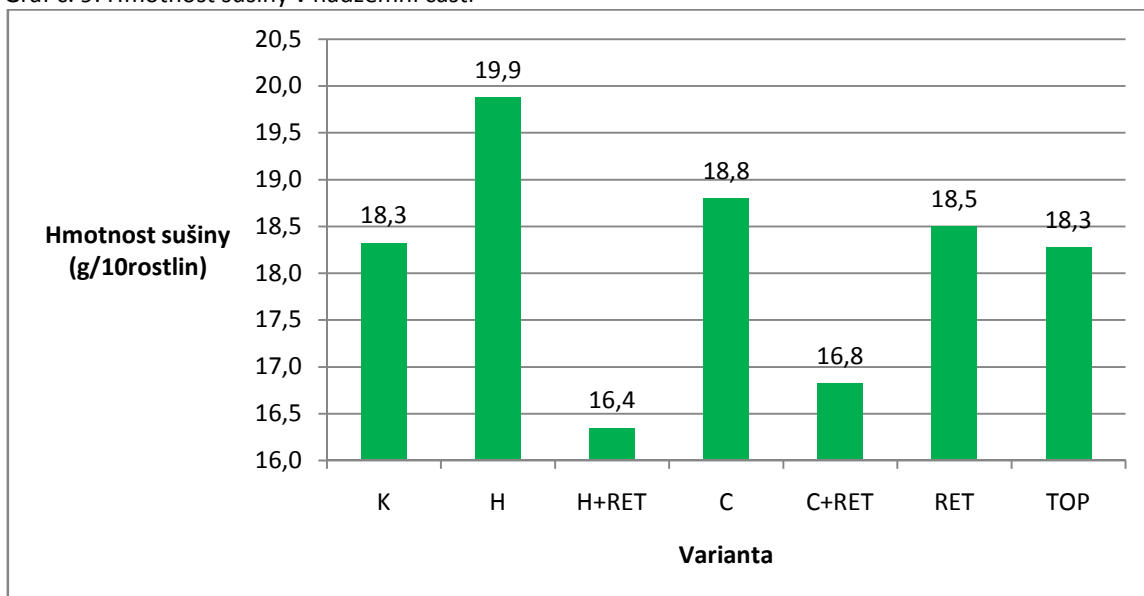
Obsah sušiny

Graf č. 9 znázorňuje působení jednotlivých variant ošetření regulátory růstu na obsah sušiny v nadzemní části rostliny. Nejvýraznějším snížením sušiny (o 1,9 g/10 rostlin) reagovala řepka na aplikaci Horizonu s Retacelem. Další výrazné snížení hmotnosti sušiny bylo zjištěno u varianty ošetřené Retacelem a Carambou. Zde došlo ke snížení o 1,5 g/10 rostlin. Ostatní varianty reagovaly na aplikaci regulátoru růstu nárůstem hmotnosti sušiny. Největší nárůst (o 1,6 g/10 rostlin) byl pozorována u řepky ošetřené Horizonem. Varianta ošetřená Toprexem vykazovala stejný výsledek jako neošetřená kontrola.

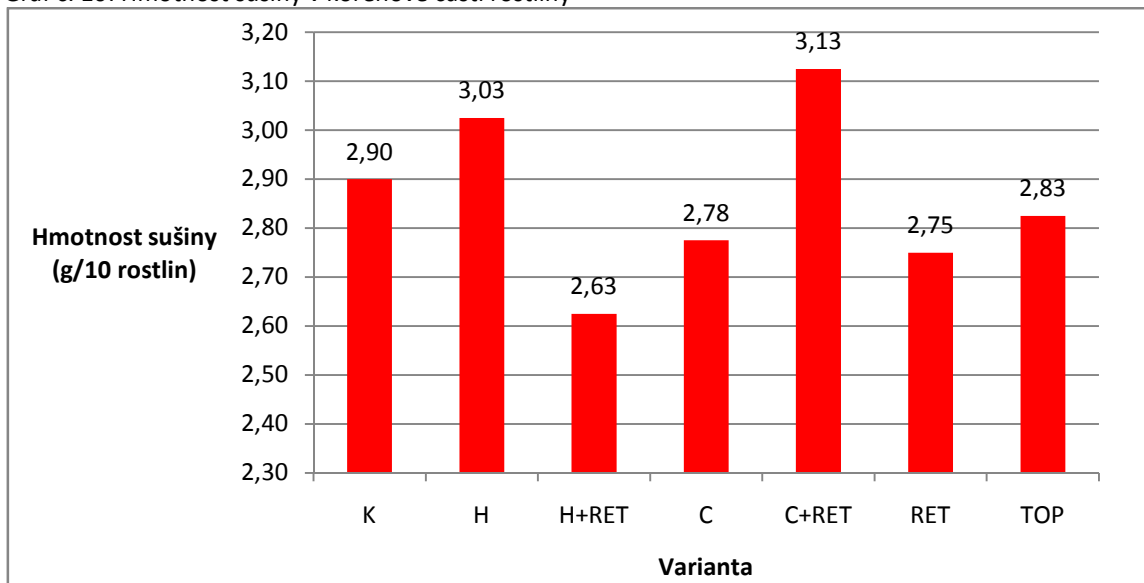
Graf č. 10 vyhodnocuje působení jednotlivých variant ošetření regulátory růstu na obsah sušiny v kořenové části rostliny. Snížení obsahu sušiny oproti neošetřené kontrole bylo pozorováno u variant ošetřených Toprexem, Retacelem, Carambou a kombinací Horizonu a Retacelu. Největší snížení hmotnosti sušiny v deseti rostlinách vyvolala právě aplikace Horizonu s Retacelem, a to o 0,27 g/10 rostlin. Naopak nárůst sušiny byl pozorován u variant ošetřených Horizonem a kombinací Caramby s Retacelem. U této kombinace došlo

největšímu nárůstu oproti neošetřené kontrole, a to o 0,23 g/10 rostlin. Nejslabší reakce byla pozorována opět u varianty ošetřené Toplexem.

Graf č. 9: Hmotnost sušiny v nadzemní části



Graf č. 10: Hmotnost sušiny v kořenové části rostliny



Z grafů vyplývá, že omezením obsahu sušiny v nadzemní i podzemní části zároveň reagovala řepka pouze na aplikaci Horizonu s Retacelem. Naopak zvýšení hmotnosti sušiny v obou částech rostliny vyvolala pouze aplikace samotného Horizonu. Varianty ošetřené Carambou a Retacelem vykázaly nárůst sušiny v nadzemní části a současně snížení obsahu sušiny v části kořenové. Aplikace Caramby s Retacelem vyvolala snížení obsahu sušiny v nadzemní části. Nejnižší rozdíl ve hmotnosti sušiny oproti neošetřené kontrole vyvolala

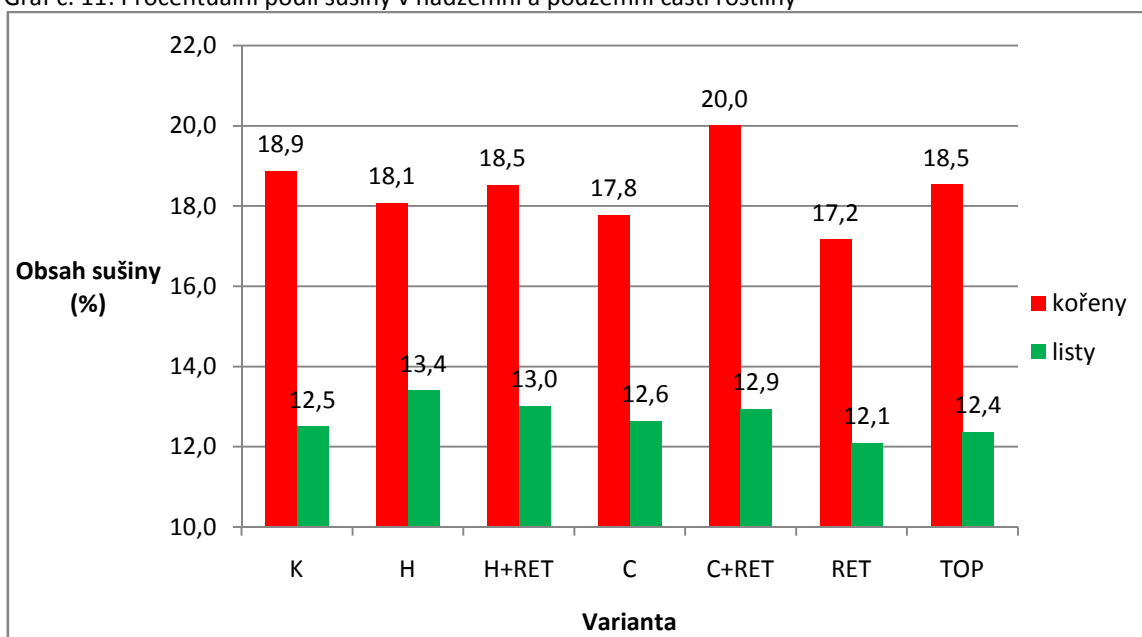
aplikace Toprexu , obsah sušiny v nadzemní části byl stejný jako u neošetřené kontroly a hmotnost sušiny obsažené v kořenech se snížil o pouhých 0,7 g/10 rostlin.

Procentuální podíl sušiny

Procentuálně vyjádřený podíl sušiny z celkové hmotnosti podzemní a nadzemní části rostlin vyjadřuje graf č. 11. Podíl sušiny v nadzemní části mírně snížila aplikace Retacelu (o 0,4%) a Toprexu (o pouhou 0,1%). U ostatních variant ošetření regulátory růstu došlo u nadzemní části k nárůstu podílu sušiny. Největší nárůst podílu sušiny v nadzemní části byl pozorován u varianty ošetřené Horizonem, u které došlo ke zvýšení o 0,9%.

Z grafu dále vyplývá, že podíl sušiny v kořenové části navýšila pouze aplikace Caramby s Retacelem. Podíl sušiny byl u této varianty 20 %. U ostatních variant došlo ke snížení podílu sušiny, k největšímu u řepky ošetřené Retacelem.

Graf č. 11: Procentuální podíl sušiny v nadzemní a podzemní části rostliny



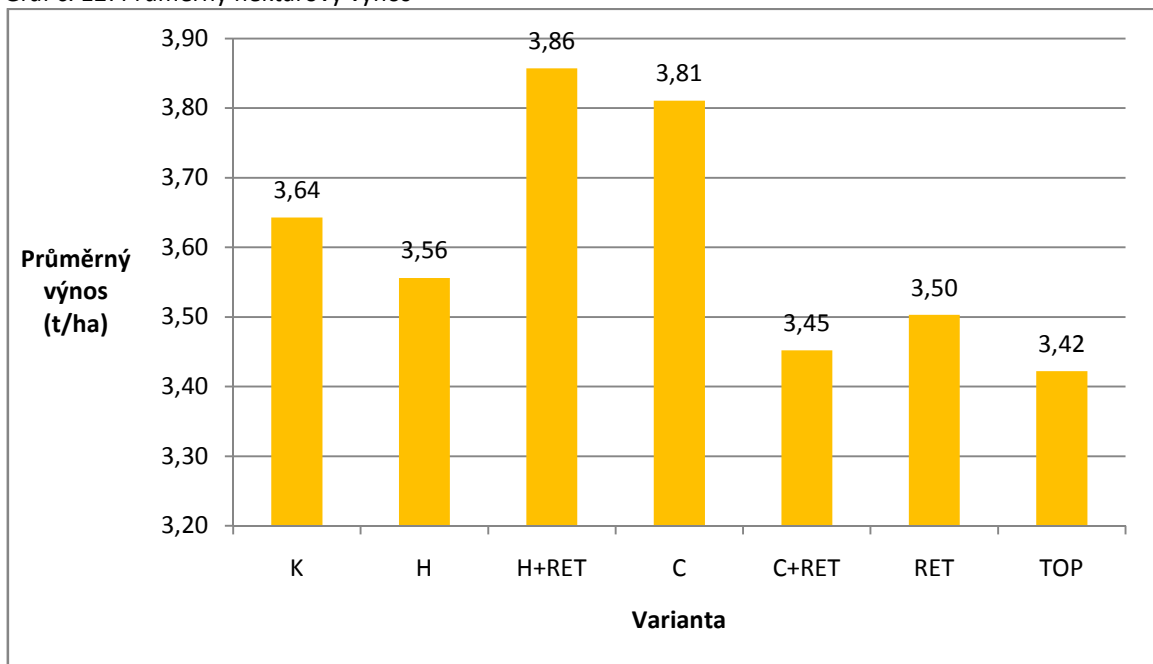
Nárůst podílu sušiny v obou částech rostliny byl pozorován pouze u varianty, která byla ošetřena kombinací Caramby a Retacelu. Naopak snížení v nadzemní i kořenové části bylo pozorováno u rostlin, které byly ošetřeny Retacelem a Toprexem. U zbylých variant (Horizon, Horizon+Retacel, Caramba) byl pozorováno zvýšení podílu sušiny v nadzemní části a snížení podílu v části kořenové.

5.2 SKLIZŇOVÉ A POSKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY

Průměrný hektarový výnos

Graf č. 12 vyhodnocuje působení jednotlivých variant ošetření regulátory růstu. Zvýšení výnosu bylo sledováno pouze u varianty ošetřené kombinací Horizonu a Retacelu a u varianty ošetřené Carambou. Aplikace Horizonu s Retacelem vyvolala největší nárůst výnosu oproti neošetřené kontrole, a to o 220 kg/ha. U ostatních variant (Horizon, Caramba+Retacel, Retacel, Toprex) došlo ke snížení výnosu, nejvíce pak u porostu ošetřeného Toprexem, u kterého bylo pozorováno snížení výnosu o 220 kg/ha oproti neošetřené kontrole.

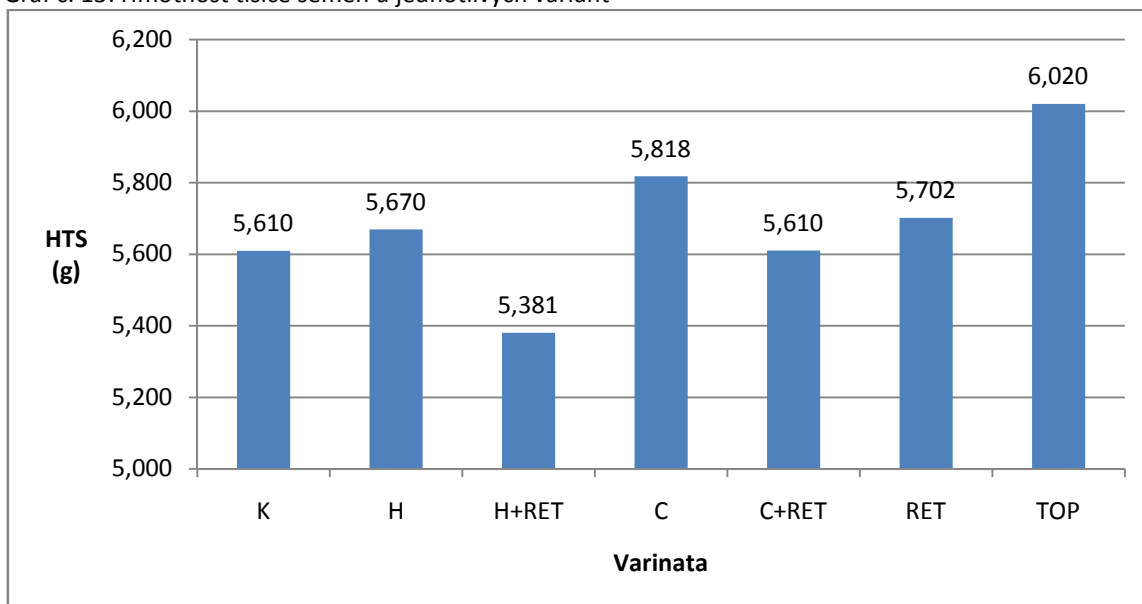
Graf č. 12: Průměrný hektarový výnos



Hmotnost tisíce semen

Graf č. 13 vyhodnocuje působení jednotlivých variant ošetření regulátory růstu na hmotnost tisíce semen řepky. Zvýšení hmotnosti tisíce semen bylo sledováno u variant ošetřených Horizonem, Carambou, Retacelem a Toprexem, varianta ošetřená kombinací Caramby s Retacelem vykazala stejnou hodnotu HTS jako neošetřená kontrola. Nejvyšší HTS, 6,020 g, byla navážena u varianty ošetřené Toprexem. Snížení hmotnosti tisíce semen bylo sledováno pouze po aplikaci Horizonu s Retacelem, a to o 0,229 g.

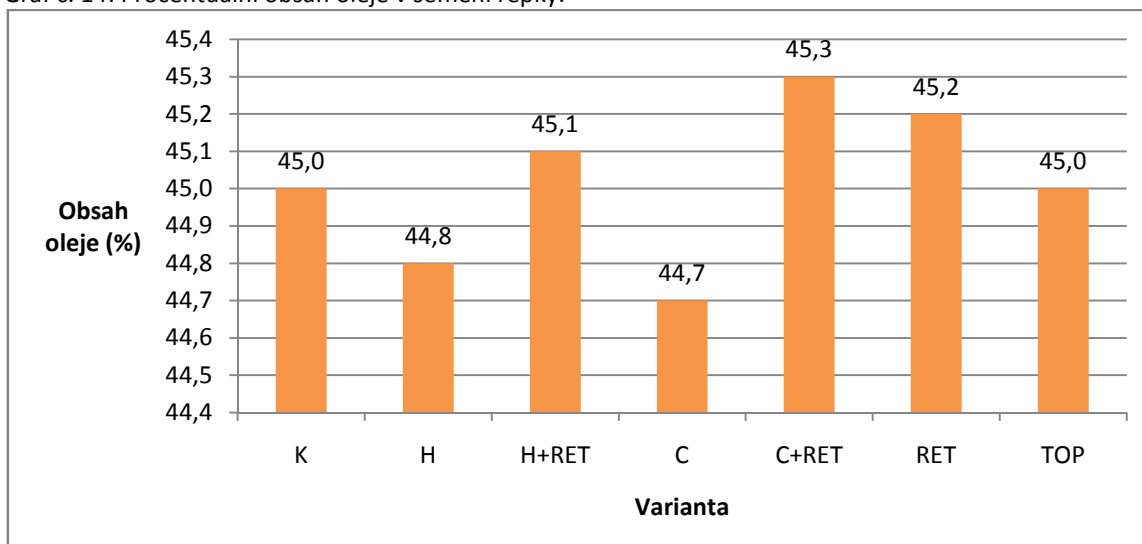
Graf č. 13: Hmotnost tisíce semen u jednotlivých variant



Olejnatosť

Graf č. 14 vyjadruje pôsobenie jednotlivých variant ošetrení regulátory rústu na procentuálny obsah oleje v semeni řepky. Olejnatosť stoupla najvíce u varianty ošetrené kombinací Caramby a Retacelu. Podíl oleje v semeni u této varianty stouply o 0,3 %. Nejnížší olejnatosť byla naměřena u řepky, která byla na podzim ošetřena Carambou. U této varianty poklesl podíl oleje v semeni o 0,3 % oproti neošetřené kontrole.

Graf č. 14: Procentuální obsah oleje v semeni řepky.



6.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V tabulce č. 6 je provedeno ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant. V porovnání s neošetřenou pouze byla pouze u dvou variant pozorována vyšší ziskovost. Nejlépe si vedla varianta ošetřená kombinací Horizonu a Retacelu, u které byl navýšen zisk o 1506 Kč/ha. Navýšení zisku vykazala ještě varianta ošetřená Carambou, a to o 712 Kč/ha. U ostatních variant došlo ke snížení ziskovosti. Nejvyšší snížení zisku vyvolala aplikace Toprexu, po které byl snížen zisk o 3143 Kč/ha.

Tab. č. 6 : Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant (výkupní cena řepky 11000 Kč/t, ceny aplikovaných přípravků dle ceníku přípravků na ochranu rostlin 2012)

varianta (označení)	příjem Kč/ha	pesticid+aplikace Kč/ha	zisk Kč/ha	finanční přínos aplikace Kč/ha
1 (K)	40073	0	40073	---
2 (HO)	39116	1100	38016	-2057
3 (HO+RET)	42427	848	41579	1506
4 (CAR)	41921	1136	40785	712
5 (CAR+RET)	37972	1022	36950	-3123
6 (RET)	38533	695	37838	-2235
7 (TOP)	37642	712	36930	-3143

6.4 CELKOVÉ VÝSLEDKY

V tabulce č. 7 jsou znázorněny všechny výsledky sledovaných znaků. Je zde také vyznačeno, zda byla pozorovaná odchylka od neošetřené varianty pozitivní či negativní.

Po podzimních odběrech se zdála jako nejlepší varianta ošetřená kombinací Horizonu s Retacelem, u které byl následně sledován i nejvyšší hektarový výnos a nejvýraznější navýšení zisku. Po podzimních odběrech byla pozitivně hodnocena i varianta ošetřená Horizonem, nakonec však poskytla nižší výnos než neošetřená kontrola. Naopak nejhorší výsledky po podzimních odběrech vykazovala varianta ošetřená Toprexem. Tato varianta nakonec poskytla i nejnižší hektarový výnos.

Tab. č. 7: Celkové hodnocení pokusu

	1 (K)	2 (HO)	3 (HO+RET)	4 (C)	5 (C+RET)	6 (RET)	7 (TOP)
délka listů (cm)	11,1	11,3	10,4	11	11	11,5	11,6
délka kořenů (cm)	13,5	14,2	14	14,4	14	15,3	14,4
průměr kořenového krčku (mm)	5,6	5,63	5,63	5,2	5,2	5,4	5,35
počet listů	6,2	6,4	6,5	6,7	5,9	6,7	6,3
podíl sušiny - kořeny (%)	18,9	18,1	18,5	17,8	20	17,2	18,5
podíl sušiny - listy (%)	12,5	13,4	13	12,6	12,9	12,1	12,4
výnos (t/ha)	3,64	3,56	3,86	3,81	3,45	3,5	3,42
HTS (g)	5,610	5,670	5,381	5,818	5,610	5,702	6,020
olejnatost (%)	45,0	44,8	45,1	44,7	45,3	45,2	45,0
hodnocení výsledku	kontrola	nejlepší	pozitivní	negativní	nejhorší		

6. DISKUSE

6.1 VÝSLEDKY PODZIMNÍCH ODBĚRŮ

Průměr kořenového krčku byl u kontrolní varianty pouze 5,6 mm a řepka u této varianty měla průměrně 6,2 listu. Takto pomalý růst řepky byl dle mého názoru způsoben především nepříznivým vývojem počasí na podzim roku 2010.

V důsledku nepříznivého vývoje počasí výsledky podzimních odběrů nekorrespondují s výsledky dříve prováděných pokusů. Baranyk, Fábry a kol.(2007) prezentovali výsledky podobného pokusu, který probíhal v letech 1999-2001 , kde bylo porovnáváno působení tří regulátorů růstu na řepku. Aplikovanými regulátory byly Horizon (*tebuconazole*), Caramba (*metconazole*) a Stabilan (CCC). U všech na podzim sledovaných znaků (počet listů, průměr kořenového krčku, délka kořenů, hmotnost kořenů, délka listů) bylo prokázáno pozitivní působení aplikovaných regulátorů růstu. I u pokusů, které byli prováděny pod záštitou Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin (SPZO) v letech 2004-2010 bylo vždy při podzimních odběrech prokázáno pozitivní působení regulátorů růstu na sledované znaky.

U pokusů prováděných při Zemědělském výzkumném ústavu v Kroměříži v roce 2007/08 (Spitzer, 2009) bylo dosaženo výsledků částečně shodných s mým pokusem. Tento pokus byl založen ve čtyřech variantách (1 - neošetřená kontrola 2 - Horizon, 3 - Toprex, 4 - Caramba). Pokus byl stejně jako můj ovlivněn pomalým podzimním růstem řepky. Svědčí o tom výsledky podzimních odběrů, kdy byl průměr kořenového krčku u neošetřené kontroly pouze 6,1 mm. U tohoto pokusu byl zjištěn negativní vliv na průměr kořenového krčku u všech tří variant podzimní regulace růstu.

SPZO pro regulaci pozdních, pomalu rostoucích porostů doporučuje používat přípravky s účinnou látkou CCC. S tímto stanoviskem nelze podle výsledků mého pokusu souhlasit, varianta ošetřená přípravkem s ú. l. CCC (varianta 6-Retacel) vykazala při podzimních odběrech nejhorší výsledky ze všech sedmi variant. Zajímavé je, že varianta ošetřená kombinací přípravku s ú. l. CCC a přípravku s ú. l. tebuconazole (varianta 3-Retacel+Horizon) dopadla při podzimních odběrech nejlépe.

6.2 SKLIZŇOVÉ A POSKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY

Z výsledků mého pokusu vyplývá, že podzimní aplikace regulátorů růstu na hektarový výnos semen řepky nepřináší vždy pozitivní výsledky. Tento výrok je opět v rozporu s výsledky dříve prováděných pokusů.

Na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě byl v letech 2009 – 2011 hodnocen vliv podzimní aplikace regulátoru růstu Toprex na hektarový výnos. V obou letech aplikace Toprexu zvýšila hektarový výnos řepky. V roce 2010/2011 byl výnos touto aplikací navýšen o 35 %, zatímco u mého pokusu podzimní aplikace Toprexu v témže roce vyvolala snížení hektarového výnosu o 6 %.

U pokusů prováděných při Zemědělském výzkumném ústavu v Kroměříži v roce 2007/08 (Spitzer, 2009), při kterých byl hodnocen vliv podzimní aplikace Caramby, Horizonu a Toprexu, bylo sledováno zvýšení hektarového výnosu u všech tří variant, zatímco u mého pokusu došlo ke zvýšení pouze u varianty ošetřené Carambou, aplikace Horizonu i Toprexu vyvolalo snížení výnosu.

Ve sklizňových a posklizňových výsledcích (hektarový výnos, HTS, olejnatou) byl sledován kompenzační efekt. Zvýšení hodnoty u jednoho či dvou znaků bylo vždy doprovázeno zhoršením výsledků ve znacích zbývajících. Z toho vyplývá, že podzimní aplikací regulátoru růstu nelze současně navýšit hodnotu všech tří sledovaných znaků (hektarový výnos, HTS, olejnatost).

7. ZÁVĚR

Nejlepší vliv na faktory usnadňující přezimování (délka kořene a listů, počet listů, průměr kořenového krčku, podíl sušiny) byl sledován u variant 2 (Horizon) a 3 (Horizon+Retacel). Naopak u varianty ošetřené kombinací Caramby a Retacelu byl pozorován nejvíce negativní vliv na faktory usnadňující přezimování.

Pozitivní ekonomický přínos byl prokázán pouze u varianty ošetřené kombinací Horizonu s Retacelem a u varianty ošetřené Carambou. Bylo to způsobeno především pomalým růstem řepky v počátku vegetace, který byl zapříčiněn nepříznivým vývojem počasí. Neošetřená varianta byla díky tomu méně zisková pouze o 1500 Kč/ha oproti nejlépe vycházející variantě (Horizon+Retacel). U ostatních variant došlo podzimní aplikací regulátorů růstu ke snížení ziskovosti. Z tohoto pohledu dopadl nejhůře porost ošetřený Toprexem, u kterého došlo ke snížení zisku o 3143 Kč/ha.

Stanovisko k hypotézám

Hypotéza č. 1: Podzimní aplikace regulátoru růstu zvyšuje výnos řepky ozimé.

Hypotéza byla částečně potvrzena, ze šesti variant ošetření regulátory růstu došlo ke zvýšení výnosu u dvou.

Hypotéza č. 2: Podzimní aplikace regulátoru růstu stimuluje růst kořene a zároveň inhibuje růst listů.

Hypotéza byla částečně potvrzena, ze šesti variant ošetření regulátory růstu došlo ke zvýšení délky kořene a současně ke zkrácení délky listů u dvou.

Hypotéza č. 3: Podzimní aplikace regulátoru růstu zvyšuje podíl sušiny v rostlině.

Hypotéza byla částečně potvrzena. Ze šesti variant ošetření regulátorem růstu bylo zvýšení podílu sušiny v rostlině prokázáno u čtyř.

Doporučení pro praxi

Podzimní aplikace regulátoru růstu je opodstatněná především v letech, kdy hrozí přerůstání řepky v podzimním období. V letech s pomalým podzimním růstem nemusí podzimní aplikace regulátorů růstu přinést zvýšení zisku, naopak může dojít i ke snížení hektarového výnosu a tím i zisku. V takovémto roce lze doporučit kombinaci regulátorů růstu s účinnými látkami *tebuconazol* a *CCC*.

8. SEZNAM LITERATURY

Alpmann, L., Baranyk, P., Bothe, C., Feifer, A. 2006. Raps - Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. Landwirtschaftsverlag GmbH. Münster. p. 264
ISBN: 9783784333830.

Arteca, R. N. 1996. Plant growth substances : principles and applications. Chapman & Hall. New York. p. 332. ISBN: 0412039117.

Baranyk, P. 2002. Základy pěstování řepky. 2. vydání. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 31 s. ISBN: 8071051241.

Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M. (eds.). 2010. Olejniny. Profi Press. Praha. 206 s. ISBN: 9788086726380.

Baranyk, P., Fábry, A. (eds.). 2007. Řepka. Profi Press. Praha. 208 s. ISBN: 9788086726267

Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V. 2007. Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Kurent. Praha. 56 s. ISBN: 9788087111055.

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. 147. 273-285.

Burn, J. E., Bagnall, D. J., Metzger, J. D., Dennis, E. S., Peacock, W.J. DNA methylation, vernalization, and the initiation of flowering. Proceedings of the National Academy of Science U S A. 90(1). 287-291.

Caramba. Etiketa přípravku. [online]. [cit. 2012-03-14]. [dostupné z <http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_caramba.pdf>

Ceník přípravků na ochranu rostlin, dostupný z <<http://www.lukrom.cz/cenik-agrochemie.html>>

Cihlář, P. 2007. Výzkumná stanice Červený Újezd. Dostupné z <<http://www.af.czu.cz/cs/?r=2093>>.

Darwin, C. S. 1880. The Power of Movement in Plants. Murray. London.

- Fábry, A. 1957. Olejniny. ČSAV. Bratislava.
- Fábry, A., Bartoška, J., Bechyně, M. (eds.). 1992. Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR. 419 s. ISBN:8070840439.
- Horizon 250 EW. Etiketa přípravku. [online]. [cit. 2012-03-14]. Dostupné z http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_horizon_250_ew.pdf
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press. Praha. 399 s. ISBN: 9788086726342.
- Kutina, J. 1988. Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství. 2. vydání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 416 s. ISBN: 0702888 .
- Málek, B., Herda, G., Říha, K., Škeřík, J., Šaroun, J., Kazda, J., Baranyk, P., Volf, M. 2011. Stanovisko k pesticidům. SPZO. Praha. 53 s.
- Nickell, L. G. 1982. Plant Growth Regulators. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. p. 173. ISBN: 3540109730.
- Novák, J., Skalický, M. 2008. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint. Praha. 327 s. ISBN: 9788090401112.
- Situační a výhledová zpráva: olejniny. Prosinec 2009. Ministerstvo zemědělství. Praha. 41 s. ISBN 978-80-7084-803-6
- Prášil, I., Zámečník, J. 1987. Vliv počasí na přezimování ozimů. In: Počasí a výnosy. 1.vydání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Procházka, S., Šebánek, J. (eds.). 1997. Regulátory rostlinného růstu. Academia. Praha. 395 s. ISBN: 8020005978.
- Retacel Extra R 68. [online]. [cit. 2012-03-14]. Popis přípravku. dostupné z <http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/retacel-extra-r-68.html>
- Spitzer, T. 2009. Toprex v ozimé řepce v sezóně 2007/2008. Syninfo. 09 (7 – 8). 9-11.
- Šimka, J., Bečka, D., Vašák, J. 2011. Podzimní aplikace regulátoru růstu a hnojení N u řepky. Sborník z konference „Prosperující olejniny“, 10. – 11. 12. 2008. Praha.

Toprex. Etiketa přípravku. [online]. [cit. 2012-03-14]. dostupné z
<http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_toprex.pdf>

Trčková, M., Kamínek, M., Zmrhal Z. Grain formation and distribution of nutrients in wheat plants after the application of synthetic cytokinin N_6 -(*meta*-hydroxybenzyl)adenosine. in: Kamínek, M., Mok, D. W. S., Zažímalová, E. (Eds.). Physiology and Biochemistry of Cytokinins in Plants, SPB Academic Publishers, The Hague, 1992, p. 241–244.

USDA. Oilseed: World Markets and Trade. December 2011. dostupné z
z <http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2011/Dec/oilseeds_full12-11.pdf> .

US Environmental Protection Agency. Office of Pesticide Programs. 2007. Reregistration Eligibility Decision for Chlormequat Chloride. Dostupné z
<http://www.epa.gov/opprrd1/REDs/chlormequat_red.pdf>.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press. Praha. 165 s. ISBN: 9768086726250.

Vašák, J. (ed.). 2000. Řepka. Agrospoj. Praha. 321 s.