

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Rozdíly v reakci ozimé řepky (*Brassica napus*, var. *napus*)
odrůdy Factor KWS na ošetření přípravky s fungicidními
a regulačními účinky**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jitka Macháčková

Obor studia: ekologické zemědělství

Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová, Ph. D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Rozdíly v reakci ozimé řepky (*Brassica napus*, var. *napus*) odrůdy Factor KWS na ošetření přípravky s fungicidními a regulačními účinky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. července 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Perle Kuchtové, Ph. D. za odborné vedení a trpělivost.

Rozdíly v reakci ozimé řepky (*Brassica napus*, var. *napus*) odrůdy Factor KWS na ošetření přípravky s fungicidními a regulačními účinky

Souhrn

Tato diplomová práce se věnuje problematice ochrany kořenového systému ozimé řepky a rozdíly v reakci na ošetření přípravky s fungicidními či regulačními účinky. Zvolená hypotéza předpokládala, že použití vybraných přípravků může ovlivnit kořenový systém, nárůst biomasy a výši výnosu.

Jedná se o dvouletý maloparcelkový pokus, který byl založen na pokusné stanici v Červeném Újezdu v letech 2017/2018 a 2018/2019 za použití hybridní odrůdy Factor KWS. Jednotlivé varianty byly ošetřeny devíti přípravky při podzimní aplikaci, osmi při jarní aplikaci a ve třech případech došlo ke kombinaci, přičemž každá měla 4 opakování. Doplněny byly dvěma kontrolními variantami.

Ke zhodnocení jednotlivých sledovaných znaků bylo ve dvou termínech odebráno 40 rostlin z každé varianty. V jarním termínu byly provedeny odběry rostlin z variant s podzimním ošetřením, v letním ze všech. Při sklizni se hodnotil výnos, poté HTS a olejnatost.

Vyhodnocením byla vyvrácena hypotéza o vlivu jednotlivých přípravků na požadované parametry. Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami, avšak výrazný byl vliv ročníku. Nejlépe ovlivnila výnos dvojitá aplikace Topsinu M500 SC s průměrem obou let 4,499 t/ha. Nejhůře dopadl tentýž přípravek použitý při podzimním ošetření s hodnotou 4,128 t/ha. Z variant s užitím prostředku povoleného v ekologické zemědělství dosáhl nejvyššího výnosu na jaře použitý Prometheus CZ, a to 4,375 t/ha. Týž přípravek s podzimní aplikací přinesl sice třetí nejhorší výnos, avšak nejdelší kořen, a to 19,21 cm.

Vzhledem ke statisticky neprůkazným rozdílům mezi sledovanými variantami je vhodné se do budoucna spíše zaměřit na agrotechniku a péči o půdu než na následnou nápravu s nezaručeným výsledkem.

Klíčová slova: řepka ozimá, ošetření, fungicidy, regulátory, kořeny, výnos

Differences in the response of winter rape (*Brassica napus*, var. *napus*) variety Factor KWS to treatments with fungicidal and regulatory effects

Summary

This diploma thesis deals with the issue of protection of the root system of winter rape and differences in response to treatment with products with fungicidal or regulatory effects. The chosen hypothesis assumed that the use of selected products might affect the root system, biomass growth and yield.

This is a two-year small-plot experiment, which was established at the experimental station in Červený Újezd in 2017/2018 and 2018/2019 using the hybrid variety Factor KWS. The individual variants were treated with nine preparations in the autumn application, eight in the spring application and in three cases, there was a combination, each of which had 4 repetitions. They were supplemented by two control variants.

To evaluate the individual monitored traits, 40 plants from each variant were taken in two terms. In the spring, plants were taken from variants with autumn treatment, in the summer from all. At harvest, yield, then HTS and oil content were evaluated.

The evaluation refuted the hypothesis of the influence of individual products on the required parameters. There was no statistically significant difference between the individual variants, but the effect of the year was significant. The yield was best affected by the double application of Topsin M500 SC with an average of both years of 4,499 t / ha. The same product used in the autumn treatment with a value of 4.128 t / ha was the worst. Of the variants with the use of a product permitted in organic farming, the highest yield used in the spring was used by Prometheus CZ, namely 4,375 t / ha. The same preparation, but with autumn application, brought the third worst yield, but the longest root, namely 19.21 cm.

Due to the statistically inconclusive differences between the monitored variants, it is appropriate in the future to focus on agrotechnics and soil care rather than on subsequent remediation with an unsecured result.

Keywords: winter rape, treatment, fungicides, regulators, roots, yield

Obsah

1	Úvod	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	10
2.1	Cíl práce	10
2.2	Vědecká hypotéza.....	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Historie pěstování řepky olejky	11
3.2	Biologická charakteristika řepky olejky	11
3.2.1	Kořenový systém řepky olejky	12
3.3	Využití řepky olejky	14
3.4	Aktuální situace v pěstování řepky olejky	15
3.5	Pěstitelské technologie řepky olejky	17
3.5.1	Půdní a klimatické podmínky	17
3.5.2	Odrůdová skladba	18
3.5.3	Založení porostu	19
3.5.4	Výživa řepky.....	19
3.5.4.1	Výživa řepky v ekologickém zemědělství.....	21
3.5.5	Významné choroby a škůdci řepky.....	22
3.5.5.1	Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství	24
3.5.6	Regulace zaplevelení v ekologickém zemědělství.....	24
3.5.7	Sklizeň, výnos a požadavky na kvalitu.....	25
4	Metodika.....	28
4.1	Lokalita	28
4.1.1	Půdní charakteristika.....	28
4.1.2	Klimatické podmínky	28
4.2	Charakteristika použité odrůdy.....	29
4.3	Použité přípravky	30
4.3.1	Přípravky povolené v ekologickém zemědělství	30
4.3.2	Přípravky nepovolené v ekologickém zemědělství	31
4.4	Průběh vegetačního ročníku 2017/18 a 2018/19	32
4.5	Agrotechnika	34
4.6	Sledované znaky	35
5	Výsledky.....	36
5.1	Vliv ročníku	36
5.1.1	Vliv ročníku na sledované výnosové parametry.....	36
5.1.2	Vliv ročníku na sledované znaky kořenů.....	37
5.1.3	Vliv ročníku na sledované patologické změny na kořenech.....	38
5.2	Vliv ošetření	39

5.2.1	Vliv ošetření na sledované znaky kořenů	39
5.2.2	Vliv ošetření na vady kořenů	40
5.2.3	Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos	42
5.3	Statistické zhodnocení vybraných znaků	46
5.4	Vliv ošetření na ekonomický přínos pěstování	47
6	Diskuze	50
7	Závěr	54
8	Literatura	55
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	63
10	Seznam tabulek a grafů.....	63
10.1	Tabulky	63
10.2	Grafy	64
10.3	Obrázky.....	64
10.4	Přílohy	64
11	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Řepka ozimá náleží k nejpěstovanější olejnině v rámci České republiky. Ve světové produkci oleje se řadí na třetí místo za sóju a palmu olejnou (Harker et al. 2015). Její produkce je rentabilní a je vhodná jako přerušovač obilných sledů, proto se pěstuje ve všech výrobních oblastech. Průměrný výnos dle ČSÚ v roce 2018 činil 3,43 t/ha. Sklizená plocha představovala 411 802 ha a největší plochy zaujímal ve Středočeském kraji, a to 88 484 ha, tj. téměř 21,5 %. I přes zvyšující se oblibu v pěstování řepky její plochy v ekologickém zemědělství kolísají. V roce 2017 poklesly plochy olejnin v rámci technických plodin o 34 %, avšak následujícího roku opět o 27 % vzrostly (Bioinstitut 2017, 2018).

Tabulka 1: Vývoj ploch a sklizní olejnin a řepky v letech 2012 až 2019

plodina	rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
olejnin	plocha (ha)	470 819	486 908	464 274	446 022	470 178	479 523	489 336	454 761
	výnos (t/ha)	2,57	3,15	3,54	3,04	3,14	2,65	3,09	2,74
řepka	plocha (ha)	401 319	418 808	389 298	366 180	392 991	394 262	411 802	379 778
	výnos (t/ha)	2,76	3,45	3,95	3,43	3,46	2,91	3,43	3,05
plocha	poměr (%)	85,24	86,01	83,85	82,10	83,58	82,22	84,16	83,51

Zdroj: ČSÚ (2020)

Jak je zřejmé ze statistických údajů, tak výnosy v posledních letech stagnují. Podle Evanse et al. (1997) by se výnosy plodin mohly dále zvyšovat díky agronomickým zlepšením či šlechtění v odolnosti vůči stresu, způsobenému zejména důsledkem změn globálního klimatu.

S intenzitou pěstování řepky olejky roste i výskyt chorob, jako důsledek častého zastoupení v osevním postupu, případně extrémního počasí.

Nezastupitelnou úlohu pro řepku olejku představuje mohutný kulový kořen s postranními kořeny, pronikající hluboko do substrátu, s velkou osvojovací schopností, pokud jde o příjem živin (Pires & Dolan 2012).

U ozimé řepky má velký význam právě větvení a délka kořenů, hloubka zakořenění, objem i sušina a dále obsah zásobních látek v zimním období. Kořenovému systému a jeho funkci je však věnována malá pozornost (Bláha & Vyvadilová 2010; Bečka 2013).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Cíl práce

Charakterizovat rozdíly v působení vybraných přípravků na kořenový systém rostlin a výnos hybridní odrůdy ozimé řepky Factor KWS.

2.2 Vědecká hypotéza

Použití přípravků s fungicidními a regulačními účinky v pěstitelské technologii může pozitivně ovlivnit kořenový systém, nárůst biomasy a výši výnosu ozimé řepky odrůdy Factor KWS.

3 Literární rešerše

3.1 Historie pěstování řepky olejky

Brukvovité plodiny se pěstovaly již od starověku. Kumar et al. (2015) zmiňuje písemné zprávy z období před naším letopočtem ze sanskrtské, čínské, řecké či římské literatury. Baranyk et al. (2007) rovněž popisuje dávnou oblibu brukvovitých zelenin, jejímž dokladem jsou vyobrazení v Pompejích.

Řepka olejka vznikla zhruba před 7500 lety přirozenou hybridizací mezi brukví řepákem (*Brassica rapa* L., AA, 2n=20) a brukví zelnou (*Brassica oleracea* L., CC, 2n=18) jako tzv. amfidiploid s 38 chromozomy, avšak kultivována byla relativně nedávno, ve středověku asi před 700 lety (Chalhoub et al. 2014). Protože nejsou známy, na rozdíl od jiných kulturních plodin, plané formy, používá se pro zvýšení variability při šlechtění resyntéza (Klíma et al. 2018). Szała et al. (2016) doplňuje, že problémem resyntézovaných rostlin je vysoká hladina kyseliny erukové a glukosinolátů, proto je jejich hlavním přínosem právě možnost zvýšení genetické rozmanitosti, jelikož úzká genetická variabilita řepky omezuje příležitosti pro hybridní šlechtění.

Řepka olejka se započala u nás pěstovat ve větším rozsahu v 19. století, kdy byla řazena mezi okopaniny a takto i hnojena chlévským hnojem. Její plochy se však rozšiřovaly až v 70. letech 20. století, kdy se začaly objevovat typy s nižším obsahem kyseliny erukové. Počínaje rokem 1984 se u nás začala pěstovat odrůda dvounulová, jež měla minimální obsah kyseliny erukové a glukosinolátů, a do deseti let se již na polích vyskytovaly tyto odrůdy s výživově příznivými parametry (Baranyk et al. 2007; Bečka 2007).

3.2 Biologická charakteristika řepky olejky

Řepka olejná, jako jedna z nejznámějších olejnin mírného pásma, je pěstována v ozimé nebo jarní formě. U nás, podobně jako v dalších zemích západní či střední Evropy, převažuje ozimá řepka. Jarní forma řepky se většinou používá jako náhrada za vymrzlou či jinak uhynulou ozimou řepku (Baranyk et al. 2007). Dalším z možných využití jarní řepky představuje její vysetí spolu s řepicí a velmi ranou ozimou řepkou jako obsev, o čemž bude pojednáno v kapitole o ochraně rostlin (Kazda & Škeřík 2008).

Pro pěstování řepky jsou limitující faktory, a to dostatek vláhy v letním období a vhodný průběh počasí v zimě. Výsledkem přezimování by měly být nepoškozené porosty. Stavbu rostlin a tvorbu generativních orgánů ovlivňuje dostatek a dostupnost živin, avšak na

konci vegetační doby je sama řepka důležitým činitelem při zlepšování úrodnosti půdy. Vysoké zastoupení řepky je sice vítané pro své předplodinové vlastnosti, ale sama zvýšená koncentrace vyvolává fytopatologické problémy (Baranyk et al. 2007).

Kořenový systém a vhodný poměr mezi nadzemní a podzemní částí napomáhá proti vymrznutí, poškození během sucha a pomáhá vytvářet požadovaný výnos. Hess et al. (2015) ve svém pokusu zjistil, že při nedostatku vláhy snížila řepka olejka růst nadzemní části o 52 %. Thomas et al. (2016) uvádí, že odrůdy zimní formy měly oproti jarní delší primární i laterální kořeny, avšak s nižší koncentrací minerálů. Konstatují rovněž, že je pro plodiny s malými semeny nezbytný rychlý růst kořenů, které rostlině zajistí potřebné zdroje dřívě, než dojde k vysychání a umožní jí odolávat mrazu a na jaře rychle obnovit růst. U jarních forem naopak vyzdvihují menší potřebu rychlého vývoje, který rostlině zajistí otužilost.

Hloubka zakořenění se pohybuje mezi 110 a 175 cm, přičemž poměr kořenové a nadzemní hmoty je v podzimním období 1 : 5, v zimním 1 : 4 až 1 : 2 a začátkem jara pak 2 : 3. Kořenový systém ovlivňuje půda, její organický podíl, vodní režim, výživa rostlin, optimální počet rostlin, předset'ová příprava a doba setí (Baranyk et al. 2007; Douglas 2011).

Semena klíčí při minimální teplotě 1 °C, optimální teplota je však 20–25 °C. Listy jsou lyrovitě peřenodílné. Lodyhové listy objímají lodyhu z 2/3, což rostlinu řepky odlišuje od řepice, kde ji objímají úplně. Samotná lodyha je vysoká 125 až 200 cm (Baranyk et al. 2007). Goodman et al. (2001) to doplňuje o informaci, že se stonky od základny vzhůru postupně zužují.

Řepka má oboupohlavní květy s geneticky podmíněnou barvou od bledě do tmavě žluté a je fakultativně cizosprašná. Van Reeth et al. (2019) konstatuje, že kvetoucí porosty přitahují opylovače z okolí, protože jde o snadno dostupný zdroj. V důsledku toho však může klesat četnost opylovačů v okolních současně s řepkou kvetoucích stanovištích.

Plodem je šešule tvořená dvěma chlopněmi a blanitou přehrádkou, která obsahuje průměrně 15–20 kulovitých, červenohnědých až modročerných semen (Baranyk et al. 2010).

3.2.1 Kořenový systém řepky olejky

Od počátků zemědělství lidé domestikovali zhruba 2500 druhů rostlin, protože vykazovaly větší výnos, dobrou konkurenci vůči jiným rostlinám a odolnost ke škůdcům i chorobám. Protože zpočátku měly i nízký požadavek na zdroje, je pravděpodobné, že tyto druhy byly vybírány i pro svoji kořenovou vitalitu a schopnost získat vodu a výživu v nepříznivém prostředí. Moderní plodiny jsou však šlechtěny pro ještě větší výnosy

v monokulturách s vysokými vstupy, a to zejména od začátku používání umělých hnojiv. Takové rostliny mají sníženou kondici v přirozeném prostředí (White et al. 2013).

Pro řepku je typický kořen ve tvaru obráceného kužele (obrázek 1), jenž působí na hospodaření s vodou a příjem živin rostlinami i na zdravotní stav. Efektivní povrch kořenů u řepky je zvyšován kořenovým vlášením (Hammac et al. 2011). Poměr nadzemní a podzemní části ovlivňuje nejen stabilitu porostů, ale též schopnost rostliny přežít zimu (Fábry et al. 1992).

Obrázek 1: Kořen řepky



Zdroj: Baranyk et al. (2007)

Kořeny zajišťují široké spektrum funkcí od příjmu živin a vody, ukotvení v půdě až po mechanickou podporu rostlin, přičemž mnohé rostliny je využívají jako zásobní orgán. Kořeny představují hlavní rozhraní mezi rostlinou a různými biotickými a abiotickými faktory v půdním prostředí. Dle podmínek prostředí mohou kořeny optimalizovat růst a měnit svoji stavbu. Právě porozumění kořenové architektuře může představovat potenciál pro zvyšování výnosu a optimalizaci využití zemědělské půdy (Smith 2012). Bláha & Vyvadilová (2010) dodávají, že kořeny jsou svými fyziologickými vlastnostmi citlivější vůči vnějšímu prostředí než nadzemní části rostlin. Farina et al. (2012) poukazuje na přítomnost různorodé populace bakterií ve rhizosféře řepky, jež podporují růst rostliny. Jejich různorodost je dána sezónními

odchylkami a množstvím srážek. Wissuwa et al. (2009) dodává, že s ohledem na udržitelnost zemědělství je třeba rozvoj rhizosféry podporovat.

Řepka olejka je citlivá k suchu, zejména v období po zasetí, dále v době intenzivního růstu nadzemní části a na konci vegetace v době dozrávání semen. Důležitý faktor představuje reakce kořenů na nástup sucha a jejich schopnost změnit svoji morfologii, jež se projevuje změnou počtu kořenů a zvětšením hloubky, do níž pronikají. Všeobecně se dá říci, že řepka má ze zemědělských plodin nejcitlivější kořenový systém (Bláha & Vyvadilová 2010).

Wu & Ma (2018) uvádějí, že šlechtění řepky by se mělo zaměřit na kořenový systém s velmi dobrým zakořeněním, zejména pokud se očekává nevyhnutelný stres v souvislosti s vysokou teplotou a suchem. Vysoké teploty podle nich způsobily potlačení laterálního růstu kořenů o 32 %. K tomuto dodává Smith (2012), že mnoho rostlin upřednostňuje v reakci na suchu prodlužování primárního kořene a potlačení bočního větvení kořenů. Uddin et al. (2018) zkoumal reakci kořenů řepky na stoupající obsah CO₂ v atmosféře, kdy zvyšující se množství tohoto plynu zlepšuje fotosyntézu a růst rostlin C₃. Došel k závěru, že CO₂ stimuluje růst kořenů, avšak jejich rozložení závisí na interakci mezi podmínkami prostředí a expresí genotypových znaků kultivaru.

3.3 Využití řepky olejky

Řepka olejka se využívá ve čtyřech oblastech, kterými jsou potravinářství, krmivářství, oleochemie a energetické účely.

V potravinářství se využívá řepkový olej, jenž je vhodný pro tepelnou úpravu pokrmů i studenou kuchyni. Snáší vyšší teploty a díky vyšší stabilitě má proti jiným druhům olejů delší trvanlivost. Kvalitní řepkový olej má neutrální chuť a vůni. Patří k nutričně hodnotným olejům s nejnižším obsahem nasycených mastných kyselin a významným množstvím esenciálních mastných kyselin (Vyvadilová & Klíma 2012).

Pro krmivářství se začaly využívat extrahované šroty a výlisky, méně pak drcená semena, a to díky pěstování odrůd s minimálním množstvím glukosinolátů. Zukalová et al. (2006) uvádí, že odpady po lisování a extrakci se využívají v krmivářství pro energetickou a bílkovinou hodnotu, která je zvýšená obsahem zbytkového oleje dle technologie zpracování. Avšak všechny krmné zdroje rostlinného původu, ať již luštěniny nebo řepka, obsahují některé antinutriční nebo inhibiční látky, jimž je třeba věnovat pozornost. Vyšlechtění dvounulových řepok umožnila této plodině najít větší uplatnění ve výživě zvířat.

V oleochemii hraje významnou úlohu možnost rozkladu olejů a tuků hydrolyzou nebo alkoholyzou. Významným vedlejším produktem při reesterifikaci řepkového oleje je glycerol.

Protože v průmyslově vyspělých zemích dochází stále k vyšší spotřebě energie z fosilních zdrojů, začala se hledat náhrada ve formě obnovitelných zdrojů. Země EU si dle směrnice 2009/28 ES daly za cíl, že do roku 2020 budou používat 20 % této energie, přičemž celých 67 % primární obnovitelné energie v současné době pochází z biomasy (Bórawski et al. 2019).

Řepka tak našla další formu využití v podobě metylesteru řepkového oleje neboli bionafty a dále čistého řepkové oleje. Ačkoliv použití rostlinných olejů není novinkou posledních let, obdobný olej z podzemnice olejné použil už Rudolf Diesel v roce 1895, tak většího rozmachu se dočkalo na konci 20. století (Baranyk et al. 2007).

Ale kromě nemorálního dopadu na produkci potravin má pěstování pro energetické využití i negativní dopad na ekologii, např. z důvodu přivlastnění nové půdy z tropických pralesů (Bečka 2007). Rostoucí poptávka po bioenergetice také ovlivňuje hospodaření s vodou, kdy vodní stopa energie odvozená z biologických zdrojů je 40–70 krát větší než u fosilních paliv (De Fraiture & Wichelns 2010). Mírný pokles emisí škodlivých plynů však může jen překrýt zásadní problém změny pohonu automobilů či spotřeby paliva (Nátr 2002). Jiný pohled k zamyšlení přinesli Jevič & Šedivá (2017), když poukázali na nutnost posouzení dopadu při plánovaném omezování podílu biopaliv z potravinářské biomasy. Pokrutiny, představující vedlejší produkt, jsou využívány jako bílkovinné krmivo, které by muselo být nahrazeno zvýšeným dovozem ze zahraničí a mohlo by dojít k dalšímu záboru orné půdy ve třetích zemích.

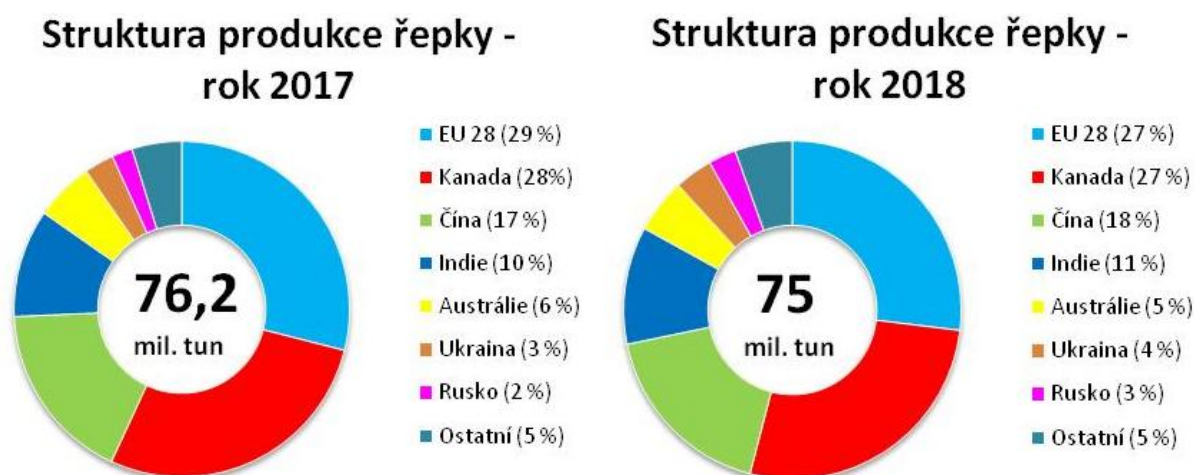
Další možnost energetického využití přináší přímé spalování řepkové slámy. Její výhřevnost je vyšší než u slámy obilnin – 15–17,5 GJ/t versus 14–14,4 GJ/t (Beranovský et al. 2004). Avšak je třeba použití zvážit. Poměr semen ke slámě je 1 : 1,7. Řepková sláma obsahuje v době sklizně 2 % dusíku. Pokud se sláma z pole odveze, dochází ke ztrátě živin, jež se musí nakonec doplnit jinou formou a dochází i k finanční ztrátě (Baranyk et al. 2007).

3.4 Aktuální situace v pěstování řepky olejky

Hess et al. (2015) udává, že produkce Evropy, Kanady, Číny, Indie a Austrálie představuje 96 % z celkového množství. V roce 2017 zaujímala největší podíl EU, a to 29 %, v roce následujícím 27 %, shodně s Kanadou (FAO 2020), jak ukazuje graf 1. Avšak celková produkce nevypovídá o osetých plochách, protože výnosy se v jednotlivých zemích liší. Zatímco největší producenti v EU, a to Francie a Německo, měli v roce 2018 výnos 3,06 t/ha, respektive 2,98 t/ha, tak v Kanadě činila tato hodnota 2,23 t/ha, v Číně 2,03 t/ha, v Indii 1,26 t/ha a v Austrálii 1,23 t/ha (FAO 2020). Bližší pohled na výnosy v rámci zemí EU

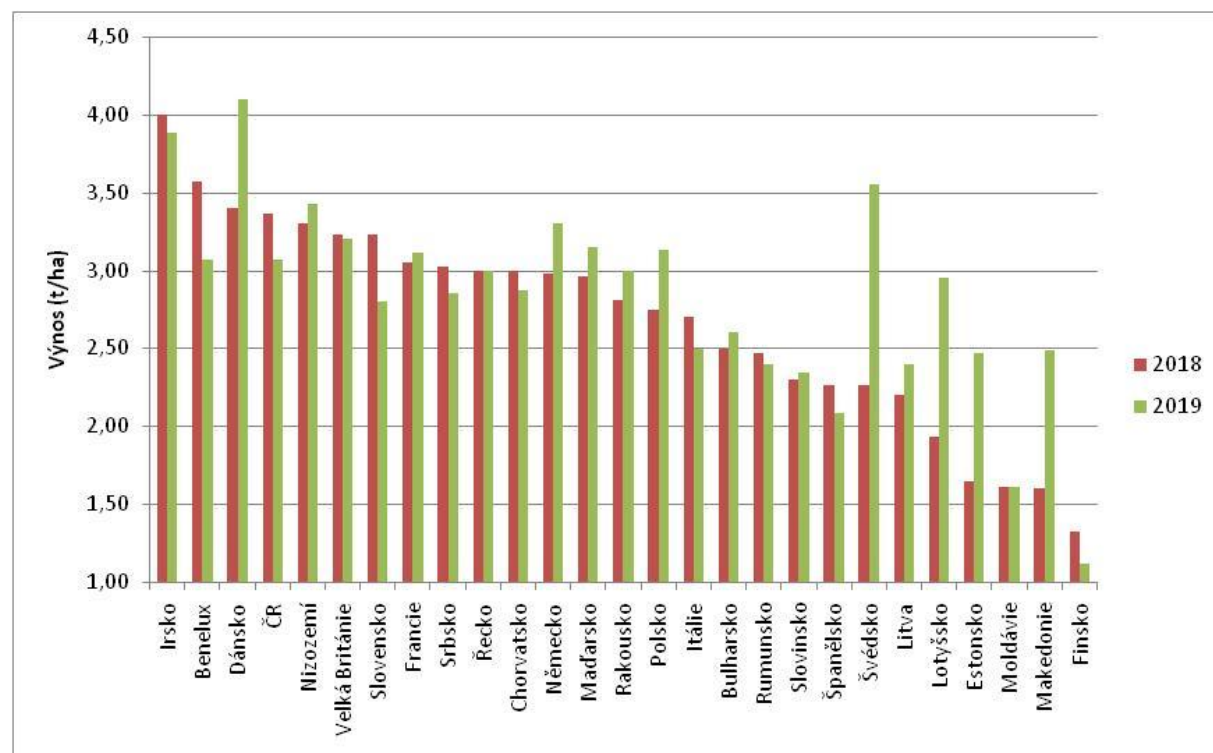
ukazuje graf 2. Dalším rozdílem je také forma řepky používané v jednotlivých oblastech. Jarní řepka se pěstuje v Kanadě, částečně Číně, USA a některých evropských zemích. Zimní forma našla uplatnění v Asii, Evropě i USA. Vyšší výnosy v Evropě oproti ostatním zemím jsou závislé na odlišném prostředí, ale i agrotechnice (Berry & Spink 2006, Zhang et al. 2020).

Graf 1: Produkce řepky v roce 2017 a 2018



Zdroj: FAO (2020). Upraveno.

Graf 2: Výnos řepky v letech 2018 a 2019 v zemích EU



Zdroj: Coceral (2020). Upraveno.

Olejniny, stejně jako další plodiny, však čelí důsledkům změny klimatu, kdy zvyšující se teplota a snižující se množství srážek jsou klimatickými faktory, určujícími výnos a olejnatost semen. Hatzig et al. (2014) uvádí jako první důvod snížení růstu inhibici elongace buněk při nedostatečném turgoru a jako druhý snížení intenzity transpirace rostlin a následné snížení fotosyntézy a asimilace, které ve výsledku vedou ke snížení produktivity a růstu řepky. Jaime et al. (2018) vytvořil model pro rozšíření řepky v současné době (obrázek 2) i v budoucnosti, kde naznačuje nárůst vhodných ploch pro pěstování. Příznivé oblasti by se tak v roce 2050 přesunuly na severovýchod a dosud vhodné oblasti ve střední a východní Evropě by se zmenšily.

Ray et al. (2019) konstatuje, že změna klimatu ovlivnila celosvětovou produkci potravin. V jeho důsledku se výnosy všech dominantních plodin v západní a jižní Evropě snížily o 6,3–21,2 %, přičemž pokles u řepky představuje 11,4 %. Ačkoliv i v severní a východní Evropě je výnos většiny netropických plodin nižší, tak u řepky byl zaznamenán o 3,1 % vyšší. Tato statistika byla sestavena za období od roku 1974 do 2013.

Obrázek 2: Model vhodných oblastí pro pěstování řepky za současných podmínek



Zdroj: Jaime et al. (2018)

3.5 Pěstitelské technologie řepky olejky

3.5.1 Půdní a klimatické podmínky

Řepka podává vyšší výkon v hluboké strukturní činné půdě, s vysokou vodní kapacitou a s neutrální až slabě alkalickou reakcí. Tyto půdy zajistí řepce přísun vláhy a živin. Na lehčích půdách více závisí tvorba výnosu na klimatických podmínkách a na těžších zase trpí nedostatkem vláhy vlivem horší zpracovatelnosti pozemku.

Pokud jde o průběh počasí, vyhovuje řepce olejce nejlépe stanoviště s ročním průměrem teplot 7–9 °C a srážek 450–700 mm. Vhodná nadmořská výška je do 650 m n. m. V období od srpna do listopadu je optimální úhrn srážek 200–210 mm, přičemž jen v srpnu 70–80 mm. Během podzimu je to 50–80 mm, kdy vyšší srážky jsou limitující v bramborářské a nižší v kukuřičné výrobní oblasti. Zima by měla přinášet 110 mm srážek a pokles teplot pod 5 °C. Jarní období až do doby kvetení by mělo mít optimum srážek 100 mm s průměrem v březnu a dubnu 40 mm (Baranyk et al. 2010).

Teplota i úhrn srážek mají vliv na množství a jakost tuku v semenech, avšak i zde platí jistá odrůdová variabilita (Baranyk et al. 2007).

3.5.2 Odrůdová skladba

Základní rozdělení tvoří odrůdy ozimé a jarní formy, přičemž pěstování jarní řepky u nás není tolik rozšířené (Zehnálek 2019).

V současné době u nás pěstované odrůdy řepky ozimé je možné dle Seznamu doporučených odrůd řepky olejky 2019 rozdělit do pěti skupin s různými nároky na agrotechniku. Obvyklou péči vyžadují liniové odrůdy, na rozdíl od pylově fertálních hybridů, jež je třeba kvůli intenzivnějšímu růstu vysévat se sníženým výsevkem, pokud možno ke konci agrotechnických lhůt. Méně používané či nenabízené odrůdy se řadí mezi pylově sterilní, tříliniové a topcross hybridy (Zehnálek 2019).

K pylově fertálním hybridům náleží rovněž polotrpasličí a trpasličí odrůdy, jež se vyznačují nízkým vzrůstem. Tyto rostliny byly šlechtěny kvůli měnícím se klimatickým podmínkám, protože nižší vzrůst měl zajišťovat lepší hospodaření s vodou při stejném výnosu. Jejich vyšlechtění se chopily firmy Pioneer a Monsanto. Odrůdy mají kratší stonek, čímž získávají lepší odolnost k poléhání, a větší počet postranních větví nízko nad zemí. Jejich pěstování by mělo být ekonomičtější, avšak v současné době se od něj ustupuje (Vyvadilová & Klíma 2012; Zehnálek 2019).

U jarní řepky jsou nabízeny odrůdy liniové nebo pylově fertální. Avšak jak již bylo dříve konstatováno, pěstitelé ji využívají zřídka.

Ke šlechtitelským cílům náleží mj. rezistentní šlechtění, šlechtění na zvýšení obsahu oleje ze současných 45–48 % v sušině semene na 50 %, na nepukavost šesulí či zvýšení zimovzdornosti. Dále je požadována lepší kvalita oleje a šrotu (Baranyk et al. 2007).

3.5.3 Založení porostu

Přínosem pěstování řepky je její vysoká předplodinová hodnota, díky celoročnímu pokryvu pozemku, hlubokému kořenovému systému a množství dobře rozložitelných posklizňových zbytků. Je proto velmi vhodná do intenzivních obilnářských oblastí.

Ke kritickým bodům při založení porostu patří dodržení agrotechnické lhůty výsevu a zajištění podmínek pro vzejití porostu (Baranyk et al. 2007, Berekati et al. 2019). Protože předplodinou pro řepku se často stává ozimá pšenice, může její pozdní sklizeň způsobovat opožděný výsev. Jejím následkem dochází ke snížení množství nadzemní i kořenové biomasy a následná dávka dusíku je schopna špatný růst na podzim kompenzovat jen částečně (Sieling et al. 2017).

Minimalizační technologie při zakládání porostu řepky přináší rizika související s regulací výdrolu a posklizňových zbytků po předplodině a své uplatnění nachází hlavně v sušších či obtížně zpracovatelných oblastech. Dalším nebezpečím je přenos houbových chorob a nedostatečné omezení životního cyklu škůdců (Hůla & Procházková 2008).

Běžná technologie se středně hlubokou orbou se vyznačuje vyšší jistotou založení porostu. Následuje urovnání pozemku. Výsev by měl být proveden rovnoměrně do hloubky 1–3 cm, přičemž meziřádková vzdálenost je variabilní od běžných 12,5–25 cm po široké řádky, dle způsobu následné kultivace. Počet 40 – 60 rostlin na m², dosažení růstové fáze 6–8 listů a tloušťky kořenového krčku 8–12 mm je optimální pro přezimování (Baranyk et al. 2010). Gan et al. (2016) doplňuje, že optimální hustota pro konkrétní plodinu, jež je nutná pro zlepšení fenologických znaků a maximalizaci výnosu, se liší v závislosti na odrůdě, úrodnosti půdy, dostupnosti vody nebo dalších faktorech prostředí.

3.5.4 Výživa řepky

Nátr (2002) říká, že rostliny získávají skoro všechny minerální živiny v anorganické formě jako ionty a hlavním orgánem, jež se na příjmu podílí, jsou kořeny. Příjem minerálních živin a jejich využití rostlinami je řízen mnoha rysy týkajícími se morfologie kořenů, transportu iontů, sekvestrace a translokace (Thomas et al. 2016). Větvení kořenů je nezbytné pro zvětšení povrchu kořenového systému, jež umožňuje rostlinám dosáhnout vzdálenějších zdrojů vody a živin (Smith 2012).

Mühlbachová (2012) uvádí, že pro příjem vody a živin, a tím i růst a následnou rostlinnou produkci, mají význam kořeny, které v době sucha prokořeňují do hlubších vrstev, kde mohou získat přístupné živiny ve vlhké půdě. Množství živin v rostlinách hraje

významnou roli v rezistenci vůči stresu ze sucha. Při nízkém obsahu živin v půdě potřebují rostliny více vody, a naopak za sucha je nemohou rostliny přijímat dostatečně. Al-Darby et al. (1987) však poukazuje na to, že stav vody v rostlinách nezávisí pouze na její dostupnosti v půdě, ale také na výparu do atmosféry, sníženému toku rostlinou či na distribuci kořeny.

Řepka patří z pohledu spotřeby živin mezi velmi náročné plodiny. Dusíkem se hnojí v průběhu podzimu, ale rozhodující pro výnos jsou jarní dávky. Regenerační dávku je třeba aplikovat včas, a to vzhledem k brzké regeneraci kořenového systému, která nastává při teplotě 2 °C. Pokud není řepka dobře vyživována dusíkem v počátečních jarních fázích, nastává redukce počtu založených šesulí (Baranyk et al. 2010). Wang et al. (2019) zjistil, že aplikace dusíku výrazně zvýšila konkurenční schopnost řepky vůči plevelům v nadzemní biomase, a to bez ohledu na ošetření herbicidem. Avšak mnohdy je používání dusíkatých hnojiv nadměrné, což ve výsledku znečišťuje prostředí. Plodiny pěstované ve vyspělých zemích dosáhly svého biologického maxima a další dodávání hnojiv již nepřinese zisky (Good & Beatty 2011).

Další významnou živinou je fosfor, jehož dostupnost v půdě ovlivňuje i příjem dalších prvků. Jeho nedostatek způsobuje zakrslý růst, který koreluje s menším počtem listů a jejich nižší listovou plochou. Dle Vicianové et al (2020) je nedostatek fosforu v půdě celosvětovým problémem, kdy více než 70 % světové půdy má velmi nízký obsah tohoto prvku.

Důležitá je i dostatečná výživa sírou a borem. U řepky představuje odběr 16–17 kg síry na výnos jedné tuny semene, což činí při výnosu 4 t/ha potřebu 60 kg S/ha. Typickým projevem nedostatku síry je žloutnutí listů. Deficit tohoto prvku ovlivňuje negativně výnos, a to pokud chybí v období vegetativního růstu, a olejnatost v době tvorby semen. Na počátku růstu zvyšuje mírný pokles množství síry o 10–40 % tvorbu kořenů. Pokud řepka trpí nedostatkem síry, pak remobilizuje velkou část z přijaté síry zpět do kořenů pro oživení dalšího příjmu. Síra rovněž ovlivňuje metabolismus dusíku (Černý et al. 2017).

Řepka potřebuje pro růst a vývoj dostatek hořčíku, bóru, molybdenu a manganu. Hořčík je potřeba pro vytvoření vegetativních orgánů, a to v množství 30–50 kg Mg/ha. Jeho nedostatek se projevuje mramorováním listů (Borovko 2006). Černý et al. (2016) upřesňuje, že hořčík je rovněž důležitý pro metabolismus síry a jeho deficit je limitujícím faktorem při pěstování řepky.

Pokud schází bór, je u řepky pozorována vyšší redukce květů a šesulí, zpomaluje se dlouhivý růst, lodyhy jsou silnější a praskají (Vaněk et al. 2012). Borovko (2006) doplňuje, že má tento prvek vliv i na zvětšení kořenového systému a jeho nedostatek se projevuje dlouhým setrváním rostlin ve fázi listové růžice.

Při výnosu 2,5 t/ha odebere řepka z půdy na jeden hektar 170–340 g bóru, 4–13 g molybdenu a 250–1500 g manganu. Nedostatek molybdenu způsobuje zpomalení růstu a vývoje a tvorbu menších květů. Kvalitu a výnos ovlivňuje mangan, kdy se při jeho nedostatku hromadí v rostlině nitráty (Borovko 2006).

3.5.4.1 Výživa řepky v ekologickém zemědělství

I při hnojení organickými hnojivy je třeba dodržovat nitrátovou směrnicí, tj. používat je v obdobích, kdy to není zakázáno. Rovněž je nutné nepřekračovat povolenou roční dávku 170 kg dusíku na hektar zemědělsky využitých ploch.

Aplikace anorganických hnojiv s minerálními živinami – dusíkem, fosforem a draslíkem – se v konvenčním zemědělství používá ke zvýšení výnosu. Na druhou stranu však tato hnojiva kromě vyšší ceny mají negativní dopad na půdu a vodní ekosystémy. Výroba hnojiv, hlavně dusíkatých, vyžaduje velké množství energie pocházejících z fosilních paliv. Z takto dodávaných živin však kořeny mohou z půdy čerpat 33 % dusíku a 20 % fosforu. Lepším využíváním kořenového systému a šlechtěním rostlin umožňuje rostlinám efektivnější využití stávajících půdních živin a zvýšení tolerance ke stresům při současném snížení aplikace průmyslových hnojiv (Smith 2012).

V ekologickém zemědělství lze hnojit pouze povolenými hnojivy, což představuje například zákaz přípravků se synteticky vyrobeným dusíkem. Dusík je možné dodávat aplikací organických hnojiv, kdy hnůj se používá spíše k předplodině a jeho dávky přímo k řepce činí 20–30 t/ha. Kejda se aplikuje na strniště obilní předplodiny nebo na rozdrčenou slámu a zapravuje do půdy, případně na podzim na řepku ve fázi 4. – 6. pravého listu. Důležité je vápnění při nízkém pH půdy (Baranyk et al. 2010).

Lorin et al. (2016) uvádí možnost použití luskovin jako podsevu do porostu řepky. Protože ozimá forma řepky vyžaduje na jaře dostatek dusíku, zdá se mu tento způsob slibný pro snižování vstupů N hnojiv. Avšak akumulace dusíku řepkou je variabilní v závislosti na ročníku, obsahu prvku v půdě a použitém druhu luskovin. Vzhledem k průběhu počasí a mírné zimě může nastat problém s tím, že podsev nevymrzne.

3.5.5 Významné choroby a škůdci řepky

Fómová hniloba brukvovitých, jež způsobuje *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. & De Not. (nepohlavní stadium *Phoma lingam* (Tode) Desm.) si zaslouží pozornost v celosvětovém měřítku, protože rostliny se silně napadeným stonkem mají až o 60 % snížený výnos a až o 20 % sníženou hmotnost tisíce semen. Příznaky u ozimé řepky je možné objevit již na podzim – tmavě hnědé až černé skvrny na kořenovém krčku, na listech nažloutlé skvrny, později šedobílé s pyknidy. V době kvetení se rozšiřuje infekce z listů na lodyhu, kde se tvoří béžově hnědé podlouhlé skvrny s pyknidy s tmavým okrajem. Silně napadené rostliny mají poškozená pletiva na kořenech, v místě poškozeného kořenového krčku se lámou, poléhají a předčasně dozrávají. Signalizace výskytu se provádí pomocí lapače spór (Plachká & Poslušná 2012).

Bílá hniloba řepky je choroba způsobená houbou *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (hlízenka obecná). Byla popsána již v 80. letech minulého století, ale od 90. let, v souvislosti se zvyšováním osevních ploch, její rozšíření stoupá a v současnosti patří k nejzávažnějším onemocněním řepky. Při silném výskytu mohou vzniknout ztráty 20–50 %. K rizikovým faktorům náleží úzký osevní postup a bezorebný způsob pěstování (Kazda & Škeřík 2008).

Šedá plísnovitost brukvovitých má původce polyfágní houbu *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (nepohlavní stadium *Botrytis cinerea* Pers.), jejíž rozvoj je za podmínky dostatečné vlhkosti povrchu rostliny. Často se vyskytuje spolu s dalšími patogenními houbami. Preventivní ochranu představuje vzdušný, nezaplevelený porost a zapravení posklizňových zbytků (Kazda & Škeřík 2008).

Půdní houba *Verticillium dahliae* var. *longisporum* Kleb. způsobuje verticiliiové vadnutí řepky. Fungicidy proti této chorobě nejsou registrovány. Velmi významné škody způsobila v roce 2008. Vyskytuje se nepravidelně (Kazda & Škeřík 2008). Kocourek et al. (2018) popisuje silný výskyt v roce 2018 před sklizní v teplejších oblastech, kdy analýza u vybraných rostlin, jež vykazovaly příznaky fómového černání a verticiliiového vadnutí, prokázala v 80 % případů původce verticiliiového vadnutí.

Alternariová skvrnitost brukvovitých neboli čern řepková patří k nejdéle známé hospodářsky významné chorobě a je způsobována houbami rodu *Alternaria*. Při napadení šesulí kolísají ztráty mezi 5–40 % (Kazda & Škeřík 2008). Patogen napadá vzcházející rostliny, ale největší škody způsobuje právě poškození šesulí (Kocourek et al. 2018).

V současné době již menší hospodářský význam má nádorovitost košťálovin, jejímž původcem je hlenka kapustová z říše prvoků. Ochrana v tomto případě je preventivní – nezavléci si ji na pozemek a v případě výskytu zde nepěstovat alespoň pět let brukvovité rostliny (Kazda & Škeřík 2008). Hálky na kořenech je možné zaměnit s napadením krytonosem zelným (Kocourek et al. 2018).

K virovým chorobám řepky patří TuYV, virus žloutenky vodnice. Poškození porostu tímto virem souvisí s populační hustotou mšice broskvoňové (Kocourek et al. 2017). Po zákazu moření osiva insekticidy ze skupiny neonikotinoidů se objevily problémy s rozšířením škůdců, vektorů tohoto viru (Conrad et al. 2018).

Druhy škůdců v porostech řepky jsou různé dle kontinentů. V Evropě náleží šest z osmi klíčových hmyzích škůdců do řádu brouků a dva mezi dvoukřídlé. V Severní Americe jsou to kromě brouků i několik příslušníků řádu motýlů, polokřídlých či dvoukřídlých, kteří v Evropě obvykle nečiní problém. Dřepčící (rod *Phyllotreta*) a zápředníček polní jsou pak pro oba kontinenty společní (Reddy 2017). Kuhlmann et al. (2006) však uvádí případ zavlečení škůdce z Evropy, kdy se od roku 1931 šíří v Severní Americe krytonosec šesťzubý, a při plánovaném použití bioagens vyvstává otázka s možným napadením necílových původních organismů.

K nejvýznamnějším škůdcům ozimé řepky u nás patří krytonosec řepkový, blýskáček řepkový a bejlomorka kapustová. Menší škody pak působí krytonosec čtyřzubý, u něhož se udávají ztráty na výnosu do 20 % (u krytonosce řepkového jde až o 40 %). Na vzcházející řepce škodí dřepčící z rodu *Phyllotreta* (Kazda & Škeřík 2008). Dále patří k významným škůdcům slimákovití, kdy vedle domácích druhů se rozšiřuje plzák španělský. V nepravidelných cyklech pak škodí hraboš polní, hlavně při jeho periodickém přemnožení jednou za 3–5 let (Kocourek et al. 2017).

Škody na porostech řepky na podzim výrazně ovlivňovalo moření osiva, a to hlavně snížení napadení dřepčicí či květilkou zelnou. Po zákazu některých účinných látek ze skupiny neonikotinoidů bylo třeba přistoupit k větší aplikaci pesticidů při pěstování (Kocourek et al. 2017). Závažný je pak stav, kdy dochází k rezistenci škůdců k insekticidům. Nejobtížnější je výběr přípravku proti blýskáčku řepkovému, jenž získal rezistenci vůči účinné látce pyretroidům (Kocourek et al. 2018).

3.5.5.1 Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství

Pro ekologicky hospodařící pěstitele jsou základním opatřením metody agrotechnické a šlechtitelské – nízké zastoupení brukvovitých v osevním postupu, výběr příhodného pozemku, dodržování vhodného termínu setí, hustoty porostu, zpracování půdy či volba odrůdy (Šarapatka & Urban 2006).

Další z možností ochrany porostu před škůdci představuje využití obsevů. Šešuloví krytonosci či blýskáček se při nalétávání do porostu zdržují nejčastěji několik desítek metrů od okraje, což lze posílit vysetím několikametrového pruhu záchytné plodiny, jež je pro škůdce atraktivní (bezeruková řepice, jarní řepka a velmi raná ozimá řepka). Vysoká koncentrace škůdců je rovněž doprovázena zvýšeným počtem přirozených nepřátel zastoupených blanokřídlými parazitoidy. Na okrajový pás je možné zaměřit cílenou aplikaci insekticidu, což je přínosné v rámci integrované ochrany rostlin. Ochranný obsev nicméně nezabrání případnému napadení celého porostu stonkovými krytonosci (Kazda & Škeřík 2008; Kocourek et al. 2018).

V ekologickém zemědělství se pro ochranu rostlin používají pouze povolené přípravky, dle přílohy II Nařízení komise (ES) č. 889/2008 ze dne 5. září 2008 (EUR-Lex, 2020). Kromě biopesticidů, tedy přípravků na bázi živých organismů, se mohou aplikovat i fungicidy na bázi elementární síry nebo mědi. Avšak i biopesticid, ať již samotný agens nebo komerční přípravek, musí být pro daný účel registrován. Biopesticidy nacházejí spíše uplatnění při ekologickém pěstování zeleniny, ovoce či vinné révy. Použití v polních plodinách je omezeno mimo legislativních důvodů hlavně vyšší cenou. Některé přípravky jsou registrovány napříč členskými státy, jiné mají pouze národní registraci, u nás např. Polyversum či Gliorex (Kuthan 2017).

3.5.6 Regulace zapelevelení v ekologickém zemědělství

Problematiku plevelů je třeba řešit v řepce již od zpracování půdy, respektive zvolené předplodiny. K hlavním a problémovým plevelům v porostu patří vzrůstné a vysoce konkurenceschopné jednoleté přezimující druhy (svízel přítula, heřmánkovité plevely), ale do popředí se dostávají i další druhy (mák vlčí, chrpa modrá, úhorník mnohodílný, bolehlav plamatý). Rovněž nelze opomíjet plevely spodního patra, z nichž některé náleží do stejné čeledi (Baranyk et al. 2010). Plevely jsou také hostitelskými rostlinami pro škodlivé organismy v době, kdy na pozemku není kulturní plodina přítomna (Kazda & Škeřík 2008). Během vegetace je možné označit dvě riziková období: první začíná na podzim ve fázi 2–4

pravých listů a trvá až do zimy, druhé začíná na jaře v době prodlužovacího růstu ozimých a vytrvalých plevelů. Tyto vzrůstné plevele mohou konkurovat řepce až do sklizně, což může zhoršovat kvalitu sklizeného produktu (Kocourek et al. 2018).

Nevhodnou předplodinu, kvůli výdrolu, jež se těžko reguluje, představují obilniny (Baranyk et al. 2010). Nesprávně řešená problematika výdrolu v řepce je nebezpečná i pro následně seté obilniny, a to jako zdroj chorob (Kazda & Škeřík 2008).

Při pěstování řepky v režimu ekologického zemědělství není možné používat běžné herbicidy, proto je třeba přistoupit ke vhodným nechemickým metodám. Pro zpracování půdy se doporučuje systém s orbou. Po přiválení cambridgeskými válci lépe vzchází nejen řepka, ale i plevele, jež je možné následně z porostu vyvláčet. Ve fázi 4–6 listů se může provést plečkování, které se dle potřeby opakuje, a to i na jaře do zapojení porostu, a od fáze 6 listů je možné vláčet prutovými branami. Pro regulaci plevelů, hospodaření s vláhou i mineralizaci dusíku je vhodné plečkovat i při ošetření porostu na jaře, a to až do uzavření porostu (Baranyk et al. 2010).

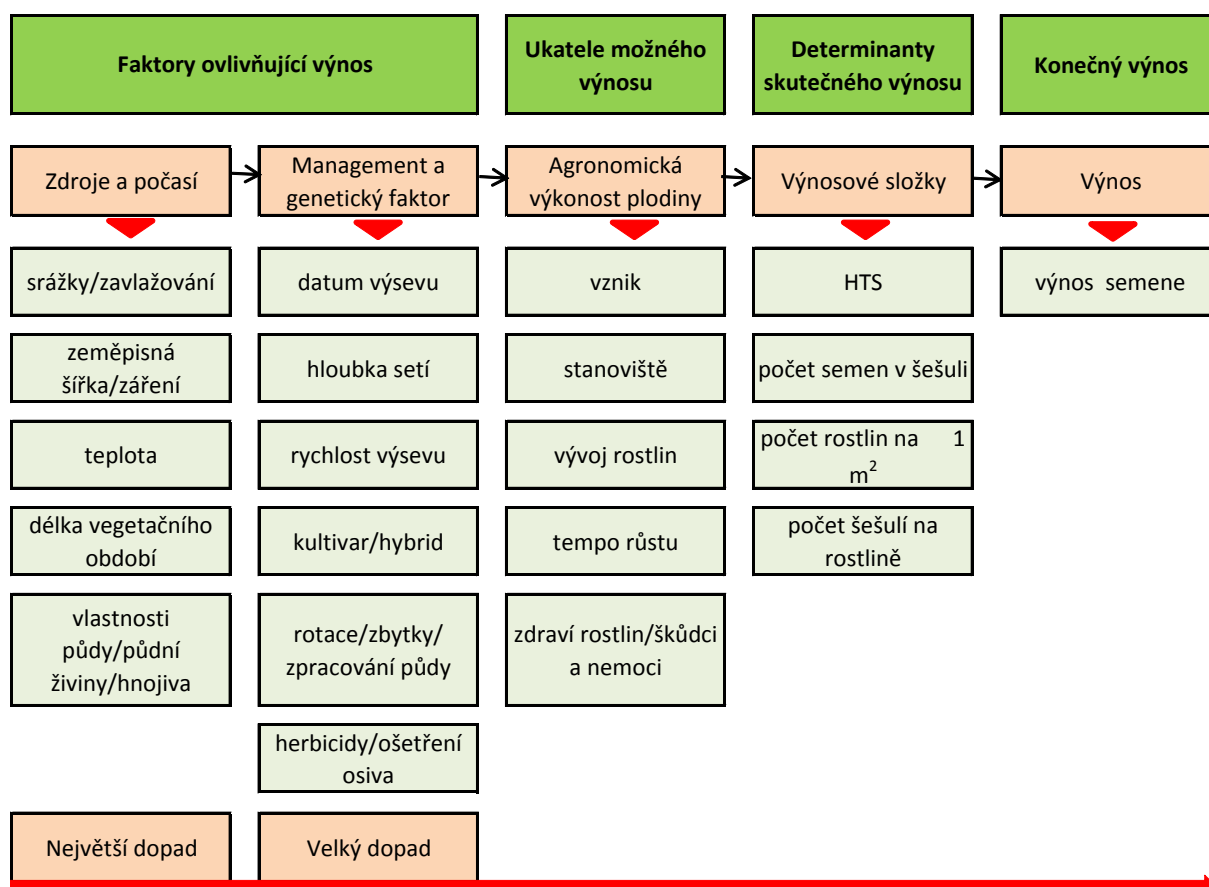
3.5.7 Sklizeň, výnos a požadavky na kvalitu

Výnosy jsou ovlivněny celou řadou faktorů, k nimž patří z 25 % stanoviště a klima, z 20 % vliv agronoma, z 10 % zpracování půdy, výsevek a odrůda a kvalita žňových prací. Dále se k nim řadí: z 9 % hnojení, z 8 % ochrana rostlin a z 8 % osevnický postup (Alpmann & Jenrich 2006).

Assefa et al. (2018) rozděluje faktory, jež určují produkci řepky, do čtyř skupin podle úrovně důležitosti, jak je znázorněno na obrázku 3. Zdroje a počasí jako primární faktory ovlivňují významně výnos, určují výsledky všech ostatních faktorů a jsou i příčinou velkých rozdílů mezi potenciálem a skutečností. Některé faktory lze částečně zmírnit, například zavlažováním či aplikací hnojiv, u jiných to není prakticky možné (průběh počasí, délka vegetačního období či slunečního záření). Výkonnost plodin je výborným ukazatelem výnosových složek a konečného výnosu.

Harker et al. (2015) zdůrazňuje potřebu správného osevnického postupu, kdy sice mohou pěstitelé realizovat vyšší krátkodobé zisky při pěstování s nízkou diverzitou, avšak současně se tímto zvyšuje riziko chorob, škůdců i plevelů. Z jejich studie, uskutečněné v Kanadě, vyplývá, že už při tříletém osevnickém sledu se snižuje poškození kořene škůdci nebo fómovou hnilobou a o 22 % se zvyšuje výnos. Jako hlavní příčinu snížení výnosů zde uvádějí právě pěstování v nepřerušovaném sledu.

Obrázek 3: Teoretický rámec faktorů, indikátorů a determinantů výsledného výnosu řepky



Zdroj: Assefa et al. (2018)

I přes zlepšení výnosového potenciálu nových odrůd se v mnoha místech výnos ozimé řepky již několik let nezlepšil, což se přisuzuje špatnému hospodaření s půdou, jež neumožňuje dostatečný růst kořenů, a omezené zásobování vodou. Vzhledem ke změně klimatického modelu je třeba předpokládat teplejší a sušší léta, proto je třeba se věnovat náležitě agrotechnice či pěstovat odrůdy tolerantnější k nepříznivým klimatickým podmínkám (Hess et al. 2015). Dle Faralli et al. (2017) existují důkazy, že období sucha v době kvetení a tvorby šešulí, tedy období, na něž je řepka nejcitlivější ze všech plodin, může způsobit až 40 % ztrát na výnosech. Huang et al. (2015) ve svém pokusu zaznamenal při osmotickém stresu pokles klíčení o 11,9 % a snížení parametrů růstu o více než 31 %, což následně ovlivnilo i výnos. Pokud budou rostliny vystaveny suchu ve fázi raného kvetení, může být ztráta na výnosu 37 %, zatímco při stejné intenzitě sucha v pozdější fázi se sníží výnos o méně než 19 %. Z tohoto pohledu je zajímavá studie, kterou provedl Hatzig et al. (2018), v níž poukazuje na skutečnost, že sucho zhoršuje výkon mateřských rostlin a pokles kvality semen, ale zvyšuje sílu potomstva, tedy vitalitu sazenic z takto získaného osiva.

K základním biologickým charakteristikám řepky náleží nejednotné kvetení a dozrávání, proto k určení doby zralosti patří několik kritérií v barvě a vlastnostech semen. Sklizňová vlhkost je maximálně 12 %, ztráty při sklizni se pohybují mezi 2–5 %. Další operaci představuje sušení, tedy konečná úprava semene na požadovanou hodnotu 8 % (Baranyk et al. 2007).

4 Metodika

4.1 Lokalita

Stanice, jež se nachází v katastru obce Červený Újezd na rozhraní mezi okresy Kladno a Praha – západ (50°04' zeměpisné šířky, 14°10' zeměpisné délky), byla otevřena roku 1974 a sloužila jako pracoviště kateder Vysoké školy zemědělské s fyto technickým směrem. Také v současnosti je využívána katedrami agroekologie a rostlinné produkce nebo agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, řeší se zde granty, výzkumné záměry a rovněž studentské práce. Dále se zde pořádají polní dny nebo komerční pokusy pro osivařské nebo chemické firmy. Samotná plocha pro pokusy zabírá zhruba 6 ha pozemků z celkové plochy 30 ha. Plodiny, jež jsou zde v rámci pokusů pěstovány, zahrnují obilniny, olejninu, cukrovku, vojtěšku či strniskové meziploidy.

4.1.1 Půdní charakteristika

Pokusné plochy s průměrnou nadmořskou výškou 405 m n. m. a převažující jižní expozicí mají rovinatý charakter podmiňující dobrou zádržnost srážkových vod a tím i illimerační proces, kdy dochází k okyselování povrchových vrstev povrchu. Vlivem Illimerizace se zde vytvořily půdy hnědozemního typu, kdy jsou koloidní částice vyplavovány do spodiny. Sprašový půdotvorný substrát s dobrou vododržností a vnitřní drenáží se sprašovým pokryvem. Z geologického hlediska je oblast tvořena vápnatými opukami z období křídý s větší šterkovitostí.

Ornice o hloubce 28 až 35 cm má šedohnědou barvu, je hlinitá a s drobtovitou strukturou, středním až silným prokořeněním a biologickou činností. Podorniční horizont je rovněž hlinitý, hnědý až rezavý s příměsí opuky. Převažuje zde BPEJ 4.10.00, který charakterizuje mírně teplý suchý region, rovinatý a se skeletovitostí do 10 %.

Půdní reakce je neutrální. Půdy mají střední sorpční kapacitu, plně nasycený koloidní komplex a mírný obsah humusu. Obsah fosforu a draslíku je střední až dobrý.

4.1.2 Klimatické podmínky

Pokusné plochy ve stanici Červený Újezd se nacházejí v oblasti mírně teplé a mírně suché. Zimy jsou zde většinou mírné, s tím, že první mrazivý den se objevuje na začátku druhé dekády října a výjimečně se mohou mrazíky objevit až do konce dubna. Průměrné roční hodnoty pro teplotu vzduchu a úhrn srážek činí 7,7 °C, respektive 549 mm. Pokud se rozdělí

rok na teplý a studený půlrok, pak zahrnují průměrnou teplotu vzduchu 13,9 °C a průměrný úhrn srážek 361 mm v teplém (1. 4. – 30. 9.) a průměrnou teplotu 1,5 °C a průměrný úhrn srážek 188 mm ve studeném (1. 10. – 31. 3.) půlroce.

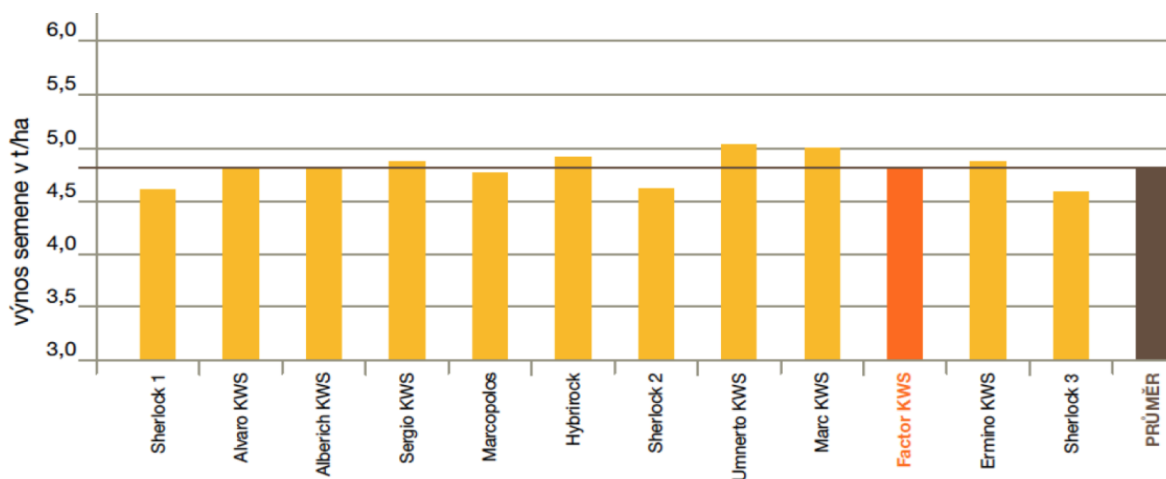
Délka slunečního svitu, měřená na stanici Praha-Karlov, je 1902 hodin, přičemž ve vegetačním období činí tato hodnota 1396 hodin.

Z hydrologického hlediska spadá region do povodí dolní Vltavy, avšak samotná lokalita je tvořena jen Rymaňským potokem s malým spádem a minimálním průtokem.

4.2 Charakteristika použité odrůdy

Při pokusu byla použita plně restaurovaná hybridní odrůda ozimé řepky Faktor KWS. Její specifické vlastnosti umožňují dosáhnout vysokých výnosů i v problémových oblastech. Má geneticky podmíněnou odolnost vůči fómové hnilobě a nadprůměrnou toleranci k verticiliovému vadnutí. Rovněž je odolná vůči poléhání (tabulka 2). Řepka Faktor KWS je vhodná k pěstování v širokých řádcích a v osevním postupu s vysokým zastoupením této plodiny. Vysoký výnos je zajištěn díky dobré zimovzdornosti, velkému množství produktivních bočních větví a větví druhého řádu i geneticky podmíněné odolnosti vůči pukání šešulí (graf 3).

Graf 3: FACTOR KWS – výnos semene (t/ha), poloprovozní pokusy KWS, 2018



Zdroj: KWS Osiva s.r.o. (2019)

Tabulka 2: Odolnost odrůdy Faktor KWS vůči chorobám

Phoma	Sclerotinia	Alternaria	Botrytis	Verticillium
5	4	5	4	5

1 = nízká, nízká charakteristika - 5 = velmi vysoká, velmi silná charakteristika

Zdroj: KWS Osiva s.r.o. (2019)

4.3 Použité přípravky

4.3.1 Přípravky povolené v ekologickém zemědělství

Contans WG – v ČR registrován do řepky a slunečnice v roce 2004

Tento biologický přípravek, jehož účinnou složku tvoří spory parazitické houby *Coniothyrium minitans* W. A. Campb., je účinný proti sklerociím hlízenky, kdy jako vysoce specializovaný mykoparazit napadá v půdě pouze sklerocia této choroby. Svým myceliem proniká do hlízenky a zabraňuje jí v klíčení a dalším vývoji. Pykno-spory *Coniothyrium minitans* přečkají na sklerociích 1–2 roky, čímž ozdravují půdu (Kazda & Škeřík, 2008). Kuthan (2017) uvádí, že kromě hlízenky obecné (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary) se mykoparazit uplatní i v boji proti hlízence menší (*Sclerotinia minor* Jagger). Svoboda et al. (2005) doplňuje, že po zapravení Contans WG do hloubky zhruba 5 - 8 cm dokáže tento přípravek zlikvidovat v 10 cm půdním profilu až 95 % sklerocií.

Nejčastěji se aplikuje spolu s mělkým zapravením do půdy před setím výše uvedených plodin nebo před výsevem jejich předplodiny, případně se může aplikovat po sklizni na zamořené strniště (Kazda & Škeřík 2008). Kuthan (2017) přípravek uvádí jako nejčastěji používaný biopesticid u polních plodin, kdy tento dispergovatelný granulát je kromě řepky a slunečnice možné použít i k ochraně hořčice, máku, zeleniny okrasných rostlin, tabáku, luskovin, čekanky nebo aromatických či léčivých rostlin.

Polyversum – registrován do řepky v roce 2006 nejprve pro aplikaci během jarní vegetace a později i pro podzimní použití

Tento fungicidní přípravek s aktivní složkou spor mykoparazitické houby *Pythium oligandrum* Drechsler, je účinný proti houbovým chorobám kořenů, kořenových krčků nebo pat stébel. Výrobce má preparátu Polyversum deklarovanou schopnost napadat původce fómové hnilob řepky a sklerotiniové hniloby. Dále se ověřuje i možnost indukce dílčí rezistence a ochrana vůči dalším houbovým chorobám, hlavně verticilliovému vadnutí (Kazda & Škeřík 2008).

Prometheus CZ

Živé bakterie rodu *Pseudomonas* v tekutém médiu jsou součástí patentově chráněného českého přípravku Prometheus CZ. Tento preparát aktivně chrání rostliny řepky před houbovými chorobami pocházejícími z půdy. Mezi další výhody patří možné zvýšení pH půdy (Kuthan 2017).

4.3.2 Přípravky nepovolené v ekologickém zemědělství

- Topsin M500 SC – systémový fungicid s léčebnou a podpůrnou účinností s účinnou látkou *thiophanate-methyl*
 - Rooter – pomocný rostlinný přípravek (13 % P – oxid fosforečný a 5 % K – oxid draselný) a biologicky aktivní filtrát z mořských řas *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis
 - N-vápno – granulované dusíkato-vápenaté hnojivo, jež pozvolna působí a je určeno hlavně k dezinfekci půdy před výsadbou
 - N-Lock – stabilizátor dusíku omezující ztráty vyplavováním do spodních vod a nitrifikaci, napomáhá k uchování formy dusíky přijatelné po delší dobu v kořenových soustavách plodin
 - Amistar Xtra – širokospektrální fungicid s obsahem dvou v praxi prověřených účinných látek, a to *azoxystrobin* a *cyproconazole*
 - Dithane DG Neotec – širokospektrální fungicid s účinnou látkou *mancozeb*
- Jednotlivé přípravky, dávky a termíny aplikace jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Varianty pokusu, dávky přípravků a jejich aplikace

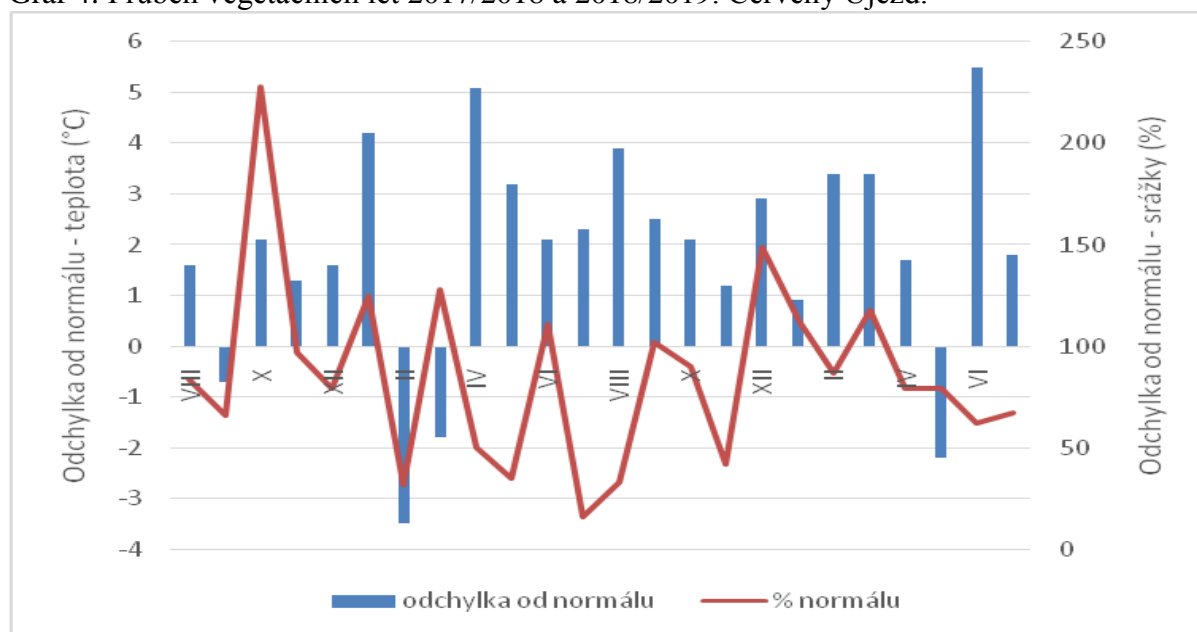
Varianta		Aplikace před setím 22. 8. 2017 20. 8. 2018	Aplikace na podzim 9. 10. 2017 17. 10. 2018	Aplikace na jaře 11. 4. 2018 22. 3. 2019
1	kontrola			
2	Contans WG	2 kg/ha		
3	N-vápno		46 kg N/ha	
4	Topsin M500 SC		1,4 l/ha	
5	Polyversum		200 g/ha	
6	Prometheus CZ		1 l/ha	
7	Dithane DG Neotec		2 kg/ha	
8	Amistar Xtra		1 l/ha	
9	N-lock		4 l/ha	
10	Rooter		1 l/ha	
11	kontrola			
12	N-vápno			50 kg N/ha
13	Topsin M500 SC			1,4 l/ha
14	Polyversum			200 g/ha
15	Prometheus CZ			1 l/ha
16	Dithane DG Neotec			2 kg/ha
17	Amistar Xtra			1 l/ha
18	N-lock			4 l/ha
19	Rooter			1 l/ha
20	2 x Topsin M500 SC		1,4 l/ha	1,4 l/ha
21	2 x Rooter		1 l/ha	1 l/ha
22	N-vápno + Topsin M500 SC		46 kg N/ha	1,4 l/ha

4.4 Průběh vegetačního ročníku 2017/18 a 2018/19

V posledních letech se objevují stále častěji období s teplotou nad dlouhodobým průměrem a naopak se srážkami podprůměrnými. Vegetační rok 2017/2018 se vyznačoval vlhkým a teplým létem a růstově příznivým obdobím na podzim se srážkově bohatým listopadem. Z počátku teplou zimu na konci silně suchého února vystřídaly mrazy, které pokračovaly až do března. Pak následovalo velmi teplé a suché jaro. Vysoké teploty vydržely až do sklizně.

Vegetační rok 2018/2019 navazoval na extrémně suché a horké léto. Počátek podzimu přinesl očekávané srážky. Zima se vyznačovala nadprůměrnými teplotami, avšak jarní práce byly, stejně jako v minulém roce, opožděny. Chladný a mokrý květen vzápětí nahradil mimořádně teplý a suchý červen.

Graf 4: Průběh vegetačních let 2017/2018 a 2018/2019. Červený Újezd.










Průběh vegetačního ročníku je znázorněn v grafu 4. Meteorologické údaje za jednotlivé měsíce zobrazuje příloha 1.








V obou vegetačních obdobích trvala tzv. řepková zima (období, kdy teploty půdy poklesnou pod +2 °C a kdy nerostou kořeny) shodně 38 dnů. Průměrný výnos pokusu z let 2018/2019 byl o 35 % nižší oproti předchozímu období, což má zřejmě příčinu v rozdílných biometeorologických podmínkách. Ve vegetačním roce 2017/2018 trápila porosty řepky hlavně zima s holomrazy, následovaná suchým a teplým jarem. Vegetační rok 2018/2019 nebyl pro řepku příliš příznivý, avšak i přes teplý a suchý počátek vegetace rostliny vzešly.

Zima nepřinesla takové mrazy a chladný květen sliboval vysoké výnosy. I přes dlouhou dobu kvetení došlo k výnosovému propadu z důvodu klimaticky problematického června, jenž přinesl mimořádně teplé dny. Na obrázku 4 jsou jednotlivé rizikové body u obou sledovaných vegetačních období znázorněny graficky.

Obrázek 4: Přehled výskytu rizikových biometeorologických faktorů významných pro výnos řepky

	Výskyt	Silný výskyt	Mim. silný výskyt
2017/2018	 	 	
2018/2019			

Vysvětlivky:

-  sucho v době předset'ové přípravy (srpen)
-  sucho na počátku vegetace (srpen, září)
-  nadměrné srážky na podzim (říjen, listopad)
-  výkyvy teplot ve studené části roku (říjen – březen)
-  studená zima (prosinec – únor)
-  sucho na jaře (duben, květen)
-  sucho v době nalévání šesulí (červen)

Zdroj: Kožnarová & Klabzuba (2010). Upraveno.

4.5 Agrotechnika

Pro pokus byla použita standardní agrotechnika (hnojení, herbicidní a insekticidní ošetření), užívaná na pokusné stanici pro řepku ozimou. Jednotlivá opatření v obou sledovaných vegetačních letech, včetně termínu aplikace či dávce, jsou uvedena v tabulce 4.

Tabulka 4: Agrotechnika pokusu

Opatření	Termín	
Sklizeň předplodiny (2017 ozimá pšenice, 2018 hrách setý) – sláma rozdrvena	1. 8. 2017	26. 7. 2018
Podmítka (10 cm)		1. 8. 2018
Seťová „čerstvá“ orba (22 cm)	21. 8. 2017	20. 8. 2018
Předseťová příprava (kompaktor)	22. 8. 2017	20. 8. 2018
Výsev, odrůda Factor KWS, bezezbytkový secí stroj: 50 klíčivých semen na 1 m ² , hloubka: 1,5-2 cm, mezirádková vzdálenost: 12,5 cm	22. 8. 2017	21. 8. 2018
Herbucid Quantum (2,0 l/ha) + Command 36 CS (0,2 l/ha)		23. 8. 2018
Herbucid Circuit (2,5 l/ha)	25. 8. 2017	
Moluskocid Vanish Slug Pellets	28. 8. 2017	
Rodenticid Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)	září 2017 – březen 2018	27. 8. 2018
Graminucid Targa 10EC (0,5 l/ha) + insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)	5. 9. 2017	
Insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)		11. 9. 2018
Insekticid Karate Zeon (0,1 l/ha)		18. 9. 2018
Podzimní hnojení N (46 kg N/ha) – UREA stabil (100 kg/ha), všechny kromě variant 3 a 22		17. 10. 2018
Jarní 1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v DASA	19. 2. 2018	23. 2. 2019
Jarní 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v LAD	15. 3. 2018	15. 3. 2019
Jarní 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD	23. 3. 2018	29. 3. 2019
Insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)		29. 3. 2019
Jarní 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD	20. 4. 2018	12. 4. 2019
Insekticid Proteus (0,7 l/ha)	17. 4. 2018	25. 4. 2019
Sklizeň (maloparcelkový kombajn Wintersteiger)	14. 7. 2018	26. 7. 2019

4.6 Sledované znaky

V jarním období byl zhodnocen počet rostlin a provedeny odběry rostlin z variant, kde proběhla podzimní aplikace přípravků. V létě pak byly odebrány rostliny ze všech variant.

Při sklizni se hodnotil výnos a vlhkost semene a následně HTS a olejnatost. Termíny jednotlivých odběrů přehledně ukazuje tabulka 5.

Tabulka 5: Termíny odběrů a pozorování

	2017/2018	2018/2019
Počet rostlin	9. 10.	26. 3.
Odběry jaro	11. 4.	8. 4.
Odběry léto	18. 6.	11. 6.
Sklizeň	14. 7.	26. 7.

Při sledování parametrů kořenového systému a vyhodnocení pokusu bylo ve dvou termínech odebráno po 40 rostlinách z každé varianty (10 na jedno opakování). Rostliny byly vyjmuty rýčem, následně omyty, osušeny a nadzemní část oddělena od kořene k samostatnému stanovení hmotnosti. Kořeny byly rozděleny do předem stanovených tří skupin podle své morfologické stavby. Následně byly kořeny podélně rozříznuty, aby mohl být vyhodnocen výskyt patologických změn. U některých rostlin se vyskytovalo více těchto hodnocených charakteristik.

Ke sledovaným znakům náleží:

- hmotnost nadzemní biomasy (jarní odběry)
- délka křivého kořene (případně nejdelšího z kořenů)
- tloušťka kořenového krčku
- hmotnost kořenů a
- tvar kořenů:
 - křivý kořen (M)
 - křivý kořen s výrazným větvením (S)
 - rozvětvené kořeny bez křivého kořene (C)
- patologické změny:
 - dutiny v kořenech
 - barevné změny
 - výskyt kanálku v kořenech

5 Výsledky

Data získaná během pokusů v letech 2017/2018 a 2018/2019 byla zpracována pomocí programů Microsoft Excel a Statistica 12.

Statisticky významné rozdíly byly testovány za pomoci analýzy rozptylu (ANOVA), která vysvětluje vliv faktorů na sledovanou závislou proměnnou, a to na hladině významnosti 0,05. Pokud byly zjištěny statisticky významné rozdíly, pak následovalo podrobnější vyhodnocení Scheffého metodou. Touto univerzální post-hoc analýzou je možné určit skupiny, u nichž byl zjištěn statisticky významný rozdíl.

5.1 Vliv ročníku

Při zhodnocení vlivu ročníku vycházejí následující analýzy z údajů pro varianty, jež se v obou ročnících opakují, tj. varianta ošetření 1–22.

5.1.1 Vliv ročníku na sledované výnosové parametry

V tabulce 6 je možné sledovat porovnání hodnocených ročníků z hlediska parametrů kvality sklizně. V roce 2018 byla dosažena vyšší olejnatost (průměrná hodnota 44,05 %) a také vyšší výnos (průměrná hodnota výnosu 5,233 t/ha, tj. o 1,834 t/ha více než v roce 2019), avšak HTS byla vyšší v roce 2019 (4,754 g).

Tabulka 6: Porovnání kvality sklizně

Ročník	Olejnatost (%)	HTS (g)	Výnos (t/ha)
2018	44,05	4,027	5,233
2019	39,95	4,754	3,399

Následně byl testován vliv ročníku na významné parametry za použití analýzy rozptylu – ANOVA, a to s pravděpodobností 95 %. Z tabulky 7 je zřejmé, že mezi oběma ročníky jsou statisticky významné rozdíly, jelikož p hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05. V tomto případě není možné provést následný post-hoc test (Scheffého metoda), protože by se musely porovnávat minimálně tři ročníky. Příloha 4 přináší zobrazení výnosů jednotlivých ročníků formou krabicového grafu – v prvním případě na základě mediánu, kvartil a rozpětí, v druhém případě na základě průměru a směrodatné odchylky.

Tabulka 7: Vliv ročníku na sledované parametry kvality sklizně – ANOVA

Proměnná	Analýza rozptylu (Factor KWS_Statistika) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
Olejnatost	726,5020	1	726,5020	61,03433	171	0,356926	2035,442	0,00
HTS	22,8631	1	22,8631	6,31008	171	0,036901	619,578	0,00
Výnos	146,3419	1	146,3419	27,78844	172	0,161561	905,801	0,00

5.1.2 Vliv ročníku na sledované znaky kořenů

V tabulce 8 můžeme pozorovat vliv ročníků na parametry kořenů, a to na základě letních odběrů. Větší délku, průměr kořenového krčku a hmotnost kořene přinesl rok 2018, stejně jako žádaný tvar kúlového kořene (v tabulce označen písmenem M – „mrkev“). Rozvětvený kúlový kořen (S – „střed“) se vyskytoval více v roce 2019. Rozvětvený kořen (C – „celer“) měl mírně vyšší zastoupení v roce 2019.

Stejně jako u předchozích parametrů prokázala i zde analýza rozptylu (tabulka 9 a 10) statisticky významné rozdíly mezi ročníky, protože hodnota p je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05.

Tabulka 8: Porovnání parametrů a tvaru kořene

Ročník	Délka (cm)	Průměr kořen. krčku (mm)	Hmotnost (g)	Tvar kořene		
				M %	S (%)	C (%)
2018	19,03	21,92	42,51	56,25 %	24,09 %	19,66 %
2019	13,33	13,21	19,29	4,79 %	71,00 %	24,20 %

Tabulka 9: Vliv ročníku na sledované parametry kořene - ANOVA

Proměnná	Analýza rozptylu (Factor KWS_Statistika) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
Délka kořene (cm)	14584,9	1	14584,9	75386	1758	42,8818	340,119	0,00
Průměr koř. krčku (mm)	32267,8	1	32267,8	55555	1758	31,6013	1021,091	0,00
Hmotnost kořene (g)	239295,8	1	239295,8	1110923	1758	631,9243	378,678	0,00

Tabulka 10: Vliv ročníku na tvar kořenů – ANOVA

Proměnná	Analýza rozptylu Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
M	2,913911	1	2,913911	0,198997	42	0,004738	615,0054	0,000000
S	2,416602	1	2,416602	0,277422	42	0,006605	365,8586	0,000000
C	0,022961	1	0,022961	0,268260	42	0,006387	3,5949	0,064852

5.1.3 Vliv ročníku na sledované patologické změny na kořenech

Posouzení tvaru kořenů, jež jsou uvedeny výše, či rozsahu patologických změn bylo provedeno vizuálně, proto jsou výsledky částečně ovlivněny subjektivním posouzením hodnotící osoby. Ve všech případech však šlo o stejnou osobu, která neznala původ rostlin, a tak je možné vypovídací hodnotu uznat.

Ačkoliv nebyly zjišťovány jednotlivé choroby kořenů, tak již samotná patologická změna ve formě kanálku, skvrny či dutiny různého stupně zbarvení může signalizovat napadení rostliny. Jak je zřejmé z tabulky 11, byla zjištěna v roce 2018 u více jak poloviny rostlin skvrna na kořenu. Tato patologická změna v následujícím roce nebyla tak markantní, avšak u více jak poloviny zhodnocených rostlin byl zjištěn kanálek a nějaký typ patologické dutiny dokonce u 65 % vzorků.

Tabulka 11: Porovnání výskytu patologických změn na kořenech

Ročník	Kanálek (%)	Skvrna (%)	Dutina (%)
2018	2,39%	56,25%	28,18%
2019	51,14%	8,22%	65,98%

V tabulce 12 vidíme, že vliv ročníku je jednoznačně statisticky významný, zatímco u variant ošetření porostu statisticky průkazná závislost zjištěna nebyla.

Tabulka 12: Vliv ročníku na patologické změny na kořenech - ANOVA

Efekt	Vícerozměrné testy významnosti Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
	Test	Hodnota	F	Efekt (SV)	Chyba (SV)	p
Abs. člen	Wilksův	0,008599	730,1731	3	19,00000	0,000000
Rok	Wilksův	0,014862	419,7965	3	19,00000	0,000000
Varianta	Wilksův	0,150407	0,8098	63	57,55694	0,793685

5.2 Vliv ošetření

5.2.1 Vliv ošetření na sledované znaky kořenů

Protože řepka vytváří charakteristický kulový kořen, je možno předpokládat, že jeho morfologická stavba přinese odpovídající výnosy.

V roce 2018 bylo zjištěno největší zastoupení kulového kořene u varianty ošetřené na jaře přípravkem Amistar Xtra (75 %), dále u obou variant ošetřených přípravkem Polyversum (jarní 72,5 %, podzimní 65 %) a podzimního ošetření Dithane DG Neotec (65 %). Naopak nejčastější zastoupení nejméně žádoucího rozvětveného kořene bylo u varianty s kombinovaným ošetřením přípravkem Rooter (40 %), Topsin M500 SC (30%) a dále u podzimního ošetření přípravkem Amistar Xtra a N-lock (shodně 27,5 %).

Pokud přiřadíme k výsledkům výnos, tak Amistar Xtra aplikovaný na jaře měl 2. nejlepší výnos (5,464 t/ha) a ve stejném období použitý přípravek Polyversum dokonce až 12. místo (5,270 t/ha). Jako výnosově nejlepší se projevil porost ošetřený na jaře přípravkem Rooter (5,465 t/ha). V prvním případě bylo zjištěno pouze 45 % kulových kořenů, v druhém 55 %.

V roce 2019 se nejvyšším podílem (18 %) kulových kořenů vyznačovala varianta ošetřená na podzim přípravkem N-vápnem a na jaře Topsinem M500 SC (výnos 3,753 t/ha) a dále varianta s jarní aplikací Amistar Xtra (17,5 %, výnos 3,514 t/ha).

V zastoupení rostlin s rozvětveným kořenem patřila k těm nejlepším (40 %) varianta ošetřená na jaře přípravkem Topsin M500 SC (výnos 3,428 t/ha). Shodných 32,5 % těchto nežádoucích kořenů vykazovala podzimní varianta Topsinu M500 SC (3,128 t/ha) a podzimní ošetření přípravkem Prometheus CZ (3,549 t/ha).

Z uvedených výsledků, jež jsou znázorněny v tabulce 13, vyplývá, že vztah mezi tvarem kořenů a výnosem není prokazatelný a je ovlivněn více faktory.

Tabulka 13: Zastoupení (%) tvarových změn u kořenů v závislosti na ošetření. Červený Újezd 2017/2018 a 2018/2019

Varianta	Kulový kořen (M)		Rozvět. kulový kořen (S)		Rozvětvený kořen (C)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1. kontrola (p)	50,00	5,00	35,00	90,00	15,00	5,00
2. Contans WG (s)	55,00	2,50	22,50	82,50	22,50	15,00
3. N-vápno (p)	57,50	5,00	25,00	77,50	17,50	17,50
4. Topsin M500 SC (p)	52,50	2,50	30,00	65,00	17,50	32,50
5. Polyversum (p)	65,00	0,00	15,00	82,50	20,00	17,50
6. Prometheus CZ (p)	52,50	0,00	32,50	67,50	15,00	32,50
7. Dithane DG Neotec (p)	65,00	0,00	20,00	82,50	15,00	17,50
8. Amistar Xtra (p)	52,50	0,00	20,00	70,00	27,50	30,00
9. N-lock (p)	45,00	10,00	27,50	75,00	27,50	15,00
10. Rooter (p)	52,50	2,56	25,00	69,23	22,50	28,21
11. kontrola (j)	60,00	0,00	32,50	66,67	7,50	33,33
12. N-vápno (j)	55,00	5,13	20,00	64,10	25,00	30,77
13. Topsin M500 SC (j)	60,00	5,00	27,50	55,00	12,50	40,00
14. Polyversum (j)	72,50	2,50	17,50	67,50	10,00	30,00
15. Prometheus CZ (j)	62,50	5,00	25,00	67,50	12,50	27,50
16. Dithane DG Neotec (j)	55,00	5,00	22,50	70,00	22,50	25,00
17. Amistar Xtra (j)	75,00	17,50	15,00	55,00	10,00	27,50
18. N-lock (j)	47,50	7,50	32,50	72,50	20,00	20,00
19. Rooter (j)	45,00	5,00	32,50	66,67	22,50	28,21
20. Topsin M500 SC (p+j)	50,00	2,50	20,00	80,00	30,00	17,50
21. Rooter (p+j)	45,00	5,00	15,00	80,00	40,00	15,00
22. N-vápno (p) + Topsin (j)	63,00	18,00	18,00	55,00	20,00	27,50

5.2.2 Vliv ošetření na vady kořenů

Patologické změny na kořenech mohou i bez bližšího prověření signalizovat jejich napadení.

Některou z vad, jak ukazuje graf 5, trpěly v roce 2018 všechny varianty. Pouze v případě kořenového kanálku bylo zjištěno osm variant bez této anomálie. Některé rostliny měly více změn souběžně, avšak je otázkou, nakolik byly již patologickými.

Varianta s nejvyšším výnosem, Rooter aplikovaný na jaře, vykazovala 67,5 % rostlin se skvrnami a 30 % rostlin s dutinkou na kořenech. Nejhůře dopadla varianta ošetřené na podzim přípravkem Polyversum, kdy 7,5 % rostlin měla v kořenech kanálek, 80 % skvrn a 45 % dutinu. Výnos 5,252 t/ha byl nižší než u jarního ošetření stejným přípravkem, kdy výnos činil 5,270, ale skvrny se vyskytovaly jen u 55 % rostlin a dutina dokonce jen u 15 %. U

variant ošetřených přípravkem Prometheus CZ byl vyšší výnos u jarního ošetření (5,406 t/ha) v závislosti na nižším výskytu vad kořenů, oproti podzimnímu ošetření (4,813 t/ha). Nejmenší množství patologických změn bylo zjištěno u jarní kontrolní varianty.

V roce 2019 vykazovaly kořeny u odebraných rostlin oproti předchozímu sledovanému období více patologických změn, a to v různých podílech zjištěných tmavých či světlých symptomů.

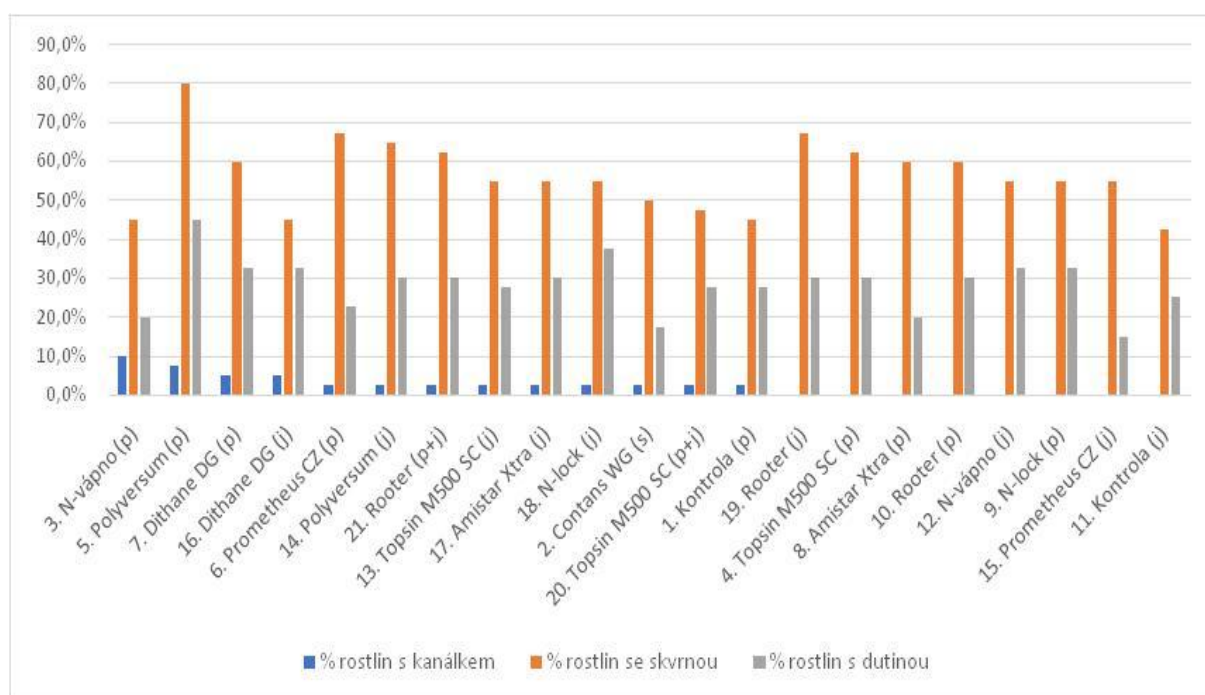
Jak je zřejmé z grafu 6, největší podíl rostlin s kanálkem v různém stupni postižení byl u varianty ošetřené na jaře N-vápnem (69 %) a naopak nejmenší u varianty v témže období ošetřené Topsinem M500 SC (40 %).

Varianty, které nevykazovaly vůbec symptomy ve formě skvrny, byly shodně ošetřené přípravkem Rooter, a to na podzim a dále kombinovaně.

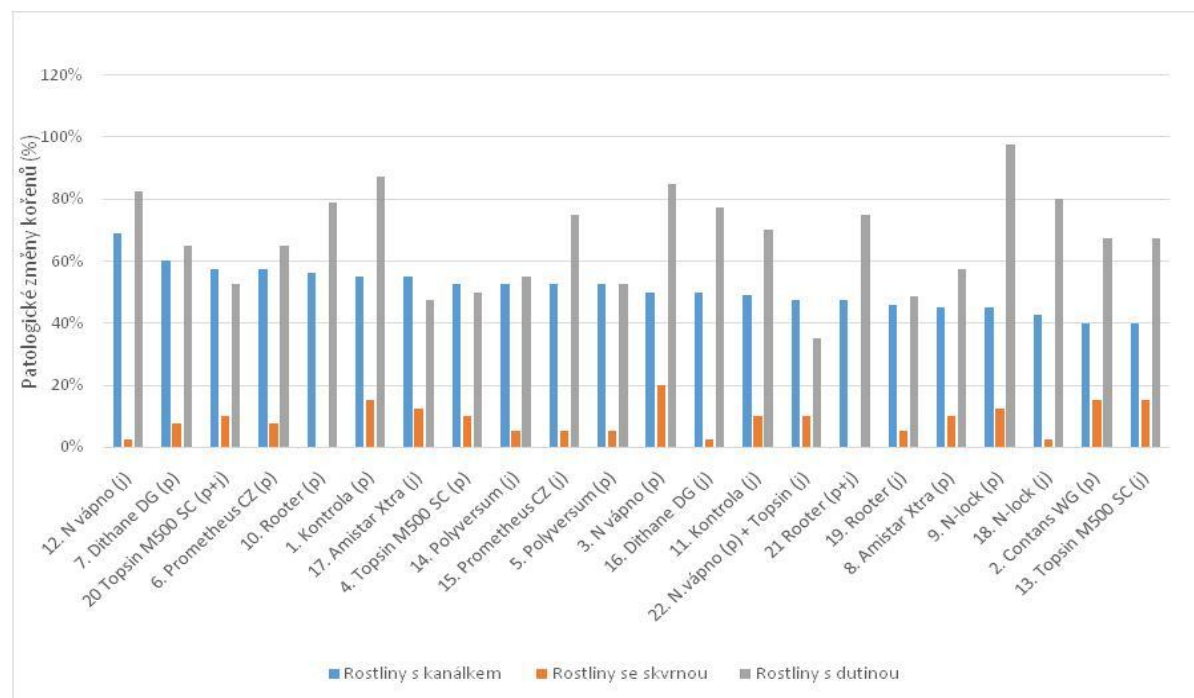
Dutinka se vyskytla u všech sledovaných rostlin, ačkoliv její tmavá forma pouze u 12 variant. Nejhuře tak dopadla varianta ošetřená na podzim přípravkem Dithane DG Neotec, kde tmavou dutinu obsahovalo 15 % odebraných kořenů. Blíže jsou tyto výsledky znázorněny v příloze 8.

Z uvedených příkladů vyplývá, že ani souvislost mezi změnami na kořenech a výnosem se nedá jednoduše vysvětlit.

Graf 5: Vliv ošetření na vady kořenů - vegetační ročník 2017/2018



Graf 6: Vliv ošetření na vady kořenů - vegetační ročník 2018/2019



5.2.3 Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos

Při jarních odběrech 11. 4. 2018 byla zjišťována hmotnost nadzemní biomasy a kořenů. V grafu 7 jsou jednotlivé údaje za varianty s podzimním ošetřením porovnání s hmotností kořenů z letního odběru 18. 6. 2018 a výnosem. Mezi jednotlivými odběry lze sledovat mnohdy výrazné rozdíly – nejvyšší nárůst byl zaznamenán u varianty ošetřené Rooterem.

Následujícího roku, tj. 8. 4. 2019, měla nejvyšší hmotnost varianta ošetřená na podzim Topsinem M500 SC, ale ve výsledku zde byl zaznamenán nejnižší výnos (3,128 t/ha). Bližší údaje jsou znázorněny v grafu 9.

V grafu 8 můžeme porovnat, jak dopadly jednotlivé varianty vzhledem k průměrnému výnosu. Nejvyšší výnos byl dosažen v roce 2018 při jarním ošetření přípravkem Rooter (5,465 t/ha), Amistar Xtra (5,464 t/ha) a podzimním ošetřením přípravkem N-lock (5,418 t/ha). Nejnižší výnos vykazuje Prometheus CZ použitý na podzim (4,813 t/ha) a kombinace aplikace N-vápnna na podzim a Topsinu M500 SC na jaře (4,869 t/ha).

Při srovnání mezi podzimními a jarními variantami byly zaznamenány rozdíly v průměrném výnosu, a to 5,177 t/ha, respektive 5,314 t/ha.

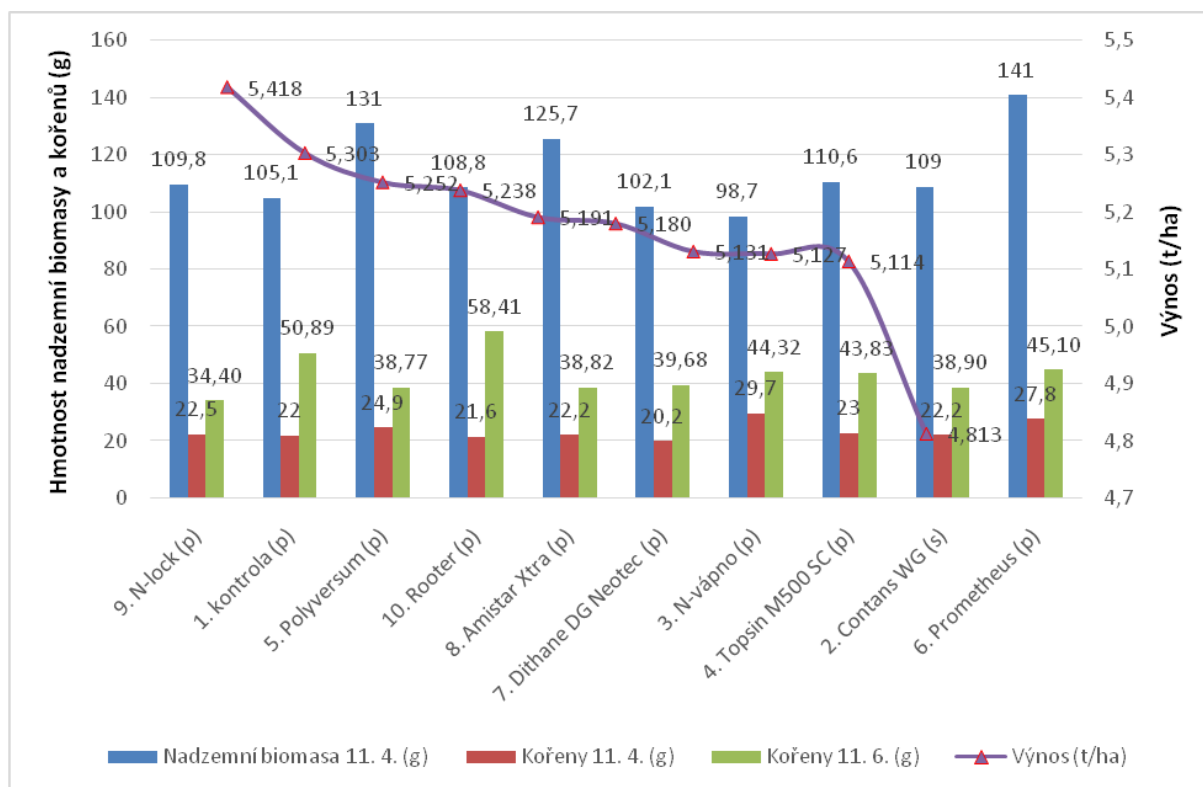
Z grafu rovněž vyplývá, že není možné konstatovat souvislost mezi parametry kořenů (délkou, průměrem kořenového krčku a hmotností) a výnosem jednotlivých variant. Nejvýkonnější varianta, Rooter aplikovaný na jaře, měl všechny tři zjišťované hodnoty pod průměrem kontroly, zatímco desátá nejhorší varianta, Rooter aplikovaný na podzim, má odchylky ve všech případech nadprůměrné.

V roce 2019 byl nejvyšší výnos dosažen u varianty s kombinovaným ošetřením na podzim N-vápnem a na jaře Topsinem M500 SC, a to s výnosem 3,753 t/ha. Na druhém místě bylo kombinované ošetření Topsinem M500 SC (3,646 t/ha) a na třetím jarní ošetření přípravkem Dithane DG Neotec (3,582 t/ha). Nejlepší z variant ošetřených přípravkem povoleným pro ekologické zemědělství byla čtvrtá v pořadí s použitím podzimní aplikace přípravku Prometheus CZ (3,549 t/ha).

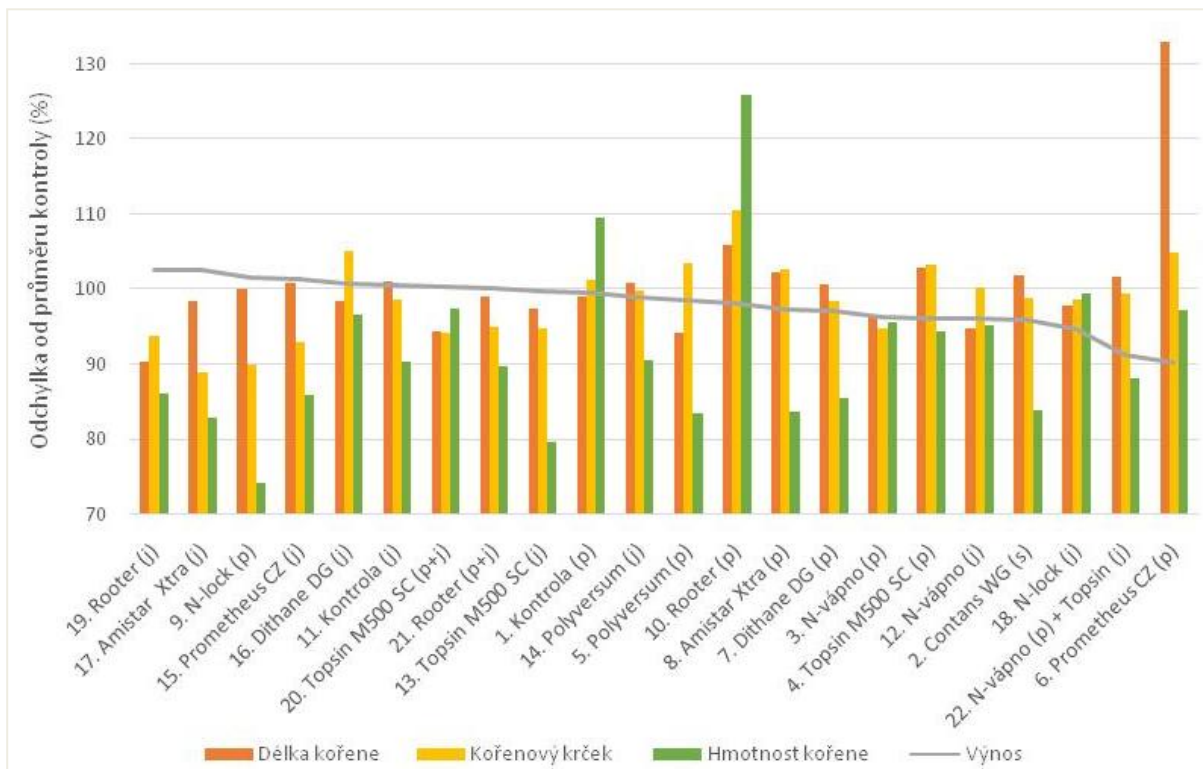
Podíváme-li se na graf 10, není ani v roce 2019 zřejmé, že by výše výnosu byla závislá na délce či hmotnosti kořenů či na průměru kořenového krčku. Nadprůměrné kořeny druhé nejlepší varianty jsou v kontrastu s podprůměrnými hodnotami varianty s třetím nejlepším výnosem. Při porovnání jednotlivých výsledků nelze nalézt závislost na použitém přípravku. Rooter s podzimní aplikací dosáhl šestého nejhorší místa (3,296 t/ha), ačkoliv kořeny odebraných rostlin patřily ve všech znacích k nejvýkonnějším. Rovněž v morfologických znacích nadprůměrná varianta s podzimní aplikací Topsinu M500 SC měla nejhorší výnos (3,128 t/ha).

Porovnání vybraných kritérií v letech 2017/18 a 2018/19 přináší přílohy 2 a 3. Zde si můžeme detailně prohlédnout výsledky jednotlivých variantních ošetření – parametry kořenů a dále olejnatost, HTS, výnos a čištěný výnos (tj. výsledky očištěné o údaj s největší odchylkou).

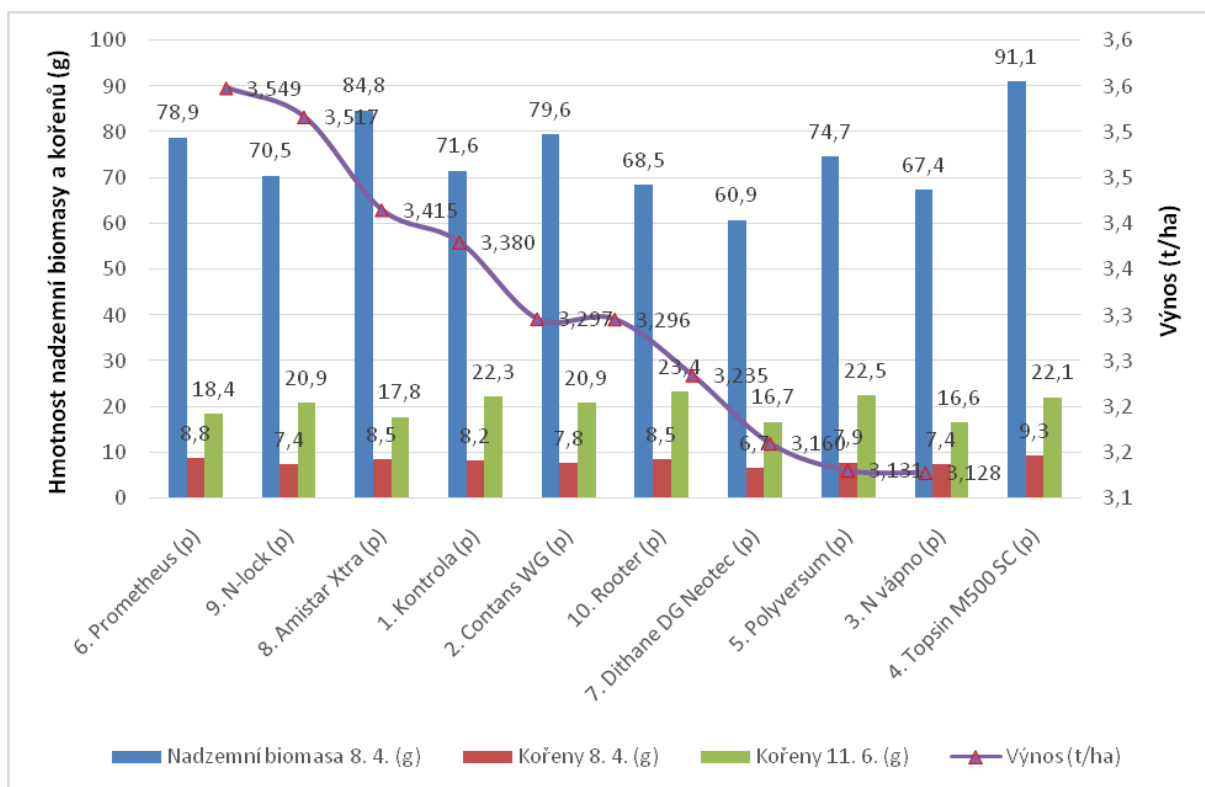
Graf 7: Hmotnost biomasy nadzemní hmoty (g) a kořenů (g). Č. Újezd, 11. 4. a 18. 6. 2018



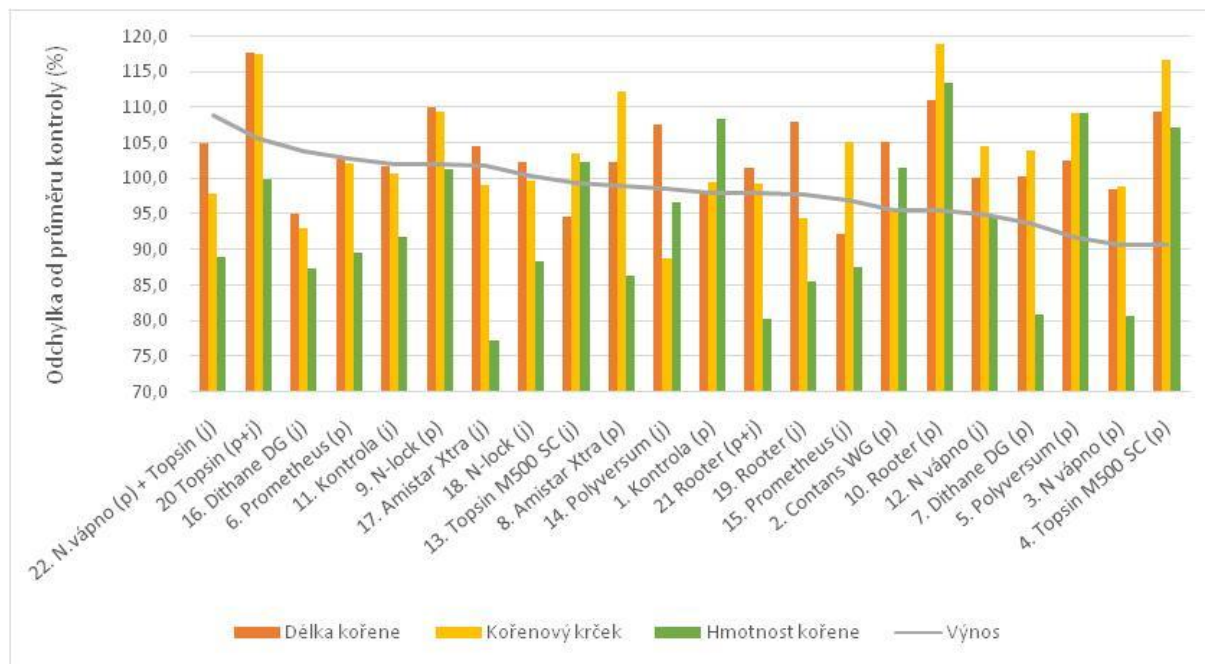
Graf 8: Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos, Č. Újezd, 18. 6. 2018



Graf 9: Hmotnost biomasy nadzemní hmoty (g) a kořenů (g). Č. Újezd, 8. 4. a 11. 6. 2019



Graf 10: Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos, Č. Újezd, 11. 6. 2019



5.3 Statistické zhodnocení vybraných znaků

Vliv ročníku byl statisticky dokázán v kapitole 5.1, nyní je třeba zhodnotit statisticky významné rozdíly u sledovaných parametrů mezi jednotlivými variantami.

Jedná se o délku a hmotnost kořene, průměr kořenového krčku a dále o olejnatost, HTS a výnos.

Tabulka 14: Porovnání výsledků – ANOVA

Proměnná	Analýza rozptylu Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
Olejnatost	8,0979	21	0,3856	779,438	151	5,162	0,074705	1,000000
HTS	0,4512	21	0,0215	28,722	151	0,190	0,112955	1,000000
Výnos	2,3297	21	0,1109	171,801	152	1,130	0,098152	1,000000
Délka kořene	1218,5371	21	58,0256	88752,522	1738	51,066	1,136288	0,301418
Průměr kořen. krčku	914,5295	21	43,5490	86908,306	1738	50,005	0,870897	0,630424
Hmotnost kořene	15741,6571	21	749,6027	1334477,038	1738	767,823	0,976270	0,490263

Při použití analýzy rozptylu – ANOVA s pravděpodobností 95 % sledujeme hodnotu p. Statisticky významného rozdílu je dosaženo v případě, že její hodnota byla nižší než 0,05. V tabulce 14 tak vidíme, že neprokázala analýza rozptylu mezi jednotlivými variantami ošetření statisticky významné rozdíly. Proto není ani v jednom případě nutné provádět Sheffého post-hoc analýzu. Krabicové grafy parametrů výnosu jsou obsaženy v přílohách 5, 6 a 7.

Hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů při použití uvedených ošetření jsou znázorněny v tabulce 15. Jejich rozdíly jsou statisticky nevýznamné.

Pokud jde o výnos, pak nejvyšší průměrné hodnoty dosahovaly varianty s dvojitým ošetřením přípravkem Topsin M500 SC a dále jarní ošetření přípravkem Amistar Xtra. Nejhorší výnos přinesla podzimní aplikace Topsinu M500 SC. Nejlepšího výsledku mezi ekologickými preparáty dosáhla varianta s přípravkem Prometheus CZ použitým na jaře. Ve výnosu druhá nejhorší varianta ošetřená na podzim N-vápnem měla nejnižší HTS.

Nadprůměrné parametry znaků kořenů nepřinesly současně vysoký výnos. Nejdelsí kořen měla varianta s podzimní aplikací ekologického přípravku Prometheus s třetím nejhorším výnosem. Rooter použitý na podzim měl kromě nejvyšší olejnatosti rovněž největší průměr kořenového krčku a hmotnost kořene.

Tabulka 15: Vliv ošetření na sledované parametry – průměr za roky 2017/2018 a 2018/2019

	Varianta	Výnos (t/ha)	HTS (g)	Olejnatosť (%)	Délka kořene (cm)	Průměr k. krčku (mm)	Hmotnost kořene (g)
20	Topsin (p+j)	4,499	4,393	41,96	16,54	17,99	32,91
17	Amistar Xtra (j)	4,489	4,301	42,01	16,08	16,23	27,20
16	Dithane DG Neotec (j)	4,479	4,419	41,86	15,47	17,63	31,42
9	N-lock (p)	4,467	4,431	42,14	16,58	17,00	27,63
11	kontrola (j)	4,438	4,387	41,71	16,13	17,42	30,43
19	Rooter (j)	4,420	4,447	42,34	15,53	16,48	28,77
15	Prometheus CZ (j)	4,375	4,351	42,04	15,51	17,06	28,93
13	Topsin M500 SC (j)	4,372	4,369	41,64	15,33	17,16	29,02
21	Rooter (p+j)	4,357	4,351	42,05	15,93	16,89	29,10
1	kontrola (p)	4,342	4,359	42,13	15,73	17,61	36,60
14	Polyversum (j)	4,335	4,379	41,85	16,50	16,79	30,96
22	N-vápno (p) + Topsin (j)	4,311	4,330	41,89	16,41	17,31	29,64
8	Amistar Xtra (p)	4,303	4,447	42,15	16,29	18,60	28,30
10	Rooter (p)	4,267	4,426	42,30	17,20	19,90	40,89
18	N-lock (j)	4,254	4,341	41,88	15,89	17,35	32,18
7	Dithane DG Neotec (p)	4,207	4,401	42,34	16,00	17,60	28,18
5	Polyversum (p)	4,206	4,471	41,88	15,55	18,49	30,64
2	Contans WG (s)	4,205	4,445	42,20	16,43	17,11	29,91
12	N-vápno (j)	4,199	4,445	41,94	15,44	17,84	31,87
6	Prometheus CZ (p)	4,181	4,392	42,18	19,21	18,19	31,77
3	N-vápno (p)	4,131	4,274	41,91	15,46	16,85	30,47
4	Topsin M500 SC (p)	4,128	4,416	41,68	16,80	18,95	32,96

5.4 Vliv ošetření na ekonomický přínos pěstování

Následující tabulka 16 přináší přehled o dávkování, nákladech na pořízení přípravku a jeho aplikaci. Na jejich základě a s přihlédnutím k výnosu a výkupní ceně je možné zhodnotit ekonomický přínos.

V roce 2018 bylo nejlepší jarní ošetření přípravkem Rooter, následované jarní aplikací přípravku Prometheus CZ. Nejhorší ekonomický výsledek přineslo opět použití ekologického preparátu Prometheus CZ aplikovaného na podzim, a to i přes nižší pořizovací cenu. Jak je vidět z uvedených hodnot, tak použití výše uvedeného přípravku, jež je povolen v EZ, přináší téměř nejlepší a současně i nejhorší výsledek.

Tabulka 16: Ekonomický přínos ošetření vybranými přípravky v letech 2018 a 2019

	Varianta	Množství přípravku (na 1ha)	Cena přípravku (Kč/ha)	Náklady na aplikaci (Kč/ha)	Celkem	Výkupní cena 2018 (Kč/t)	Výnos 2018 (t/ha)	Tržby (Kč)	Tržby bez nákladů ošetření
1	kontrola (p)				0	9 540	5,30	50 592	50 592
2	Contans WG (s)	2 kg	1 464	250	1 714	9 540	5,11	48 788	47 074
3	N-vápnó (p)	46 kg N	819	250	1 069	9 540	5,13	48 953	47 884
4	Topsin M500 SC (p)	1,4 l	710	250	960	9 540	5,13	48 910	47 950
5	Polyversum (p)	200 g	1 708	250	1 958	9 540	5,25	50 102	48 144
6	Prometheus CZ (p)	1 l	623	250	873	9 540	4,81	45 919	45 046
7	Dithane DG Neotec (p)	2 kg	778	250	1 028	9 540	5,18	49 415	48 387
8	Amistar Xtra (p)	1 l	1 450	250	1 700	9 540	5,19	49 519	47 819
9	N-lock (p)	4 l	1 296	250	1 546	9 540	5,42	51 688	50 142
10	Rooter (p)	1 l/ha	308	250	558	9 540	5,24	49 970	49 412
11	kontrola (j)				0	9 540	5,36	51 115	51 115
12	N-vápnó (j)	50 kg N	890	250	1 140	9 540	5,13	48 896	47 756
13	Topsin M500 SC (j)	1,4 l	710	250	960	9 540	5,32	50 724	49 764
14	Polyversum (j)	200 g	1 708	250	1 958	9 540	5,27	50 272	48 314
15	Prometheus CZ (j)	1 l	623	250	873	9 540	5,41	51 573	50 700
16	Dithane DG Neotec (j)	2 kg	778	250	1 028	9 540	5,38	51 281	50 253
17	Amistar Xtra (j)	1 l	1 450	250	1 700	9 540	5,46	52 126	50 426
18	N-lock (j)	4 l	1 296	250	1 546	9 540	5,04	48 114	46 568
19	Rooter (j)	1 l	308	250	558	9 540	5,46	52 134	51 576
20	Topsin M500 SC (p+j)	2 x 1,4 l	1 420	250	1 670	9 540	5,35	51 046	49 376
21	Rooter (p+j)	2 x 1 l	616	250	866	9 540	5,34	50 916	50 050
22	N-vápnó (p) + Topsin (j)	46 kg N + 1,4 l	1 529	250	1 779	9 540	5,34	50 916	49 137

Varianta	Cena přípravku a aplikace	Výkupní cena 2019 (Kč/t) *	Výnos 2019 (t/ha)	Srážky (250 Kč/t)	Tržby (Kč)	Tržby bez nákladů ošetření	Olejnatost 2019 (%)	Po srážkách 2019
1	0	9 650	3,38	0,00	32 620	32 620	40,21	32 620
2	1 714	9 650	3,30	0,00	31 812	30 098	40,16	30 098
3	1 069	9 650	3,13	0,00	30 211	29 142	40	29 142
4	960	9 650	3,13	782,04	30 187	29 227	39,34	28 445
5	1 958	9 650	3,16	790,10	30 498	28 540	39,93	27 750
6	873	9 650	3,55	0,00	34 243	33 370	40,47	33 370
7	1 028	9 650	3,23	0,00	31 217	30 189	40,49	30 189
8	1 700	9 650	3,42	0,00	32 959	31 259	40,31	31 259
9	1 546	9 650	3,52	0,00	33 938	32 392	40,2	32 392
10	558	9 650	3,30	0,00	31 807	31 249	40,26	31 249
11	0	9 650	3,52	879,48	33 948	33 948	39,7	33 069
12	1 140	9 650	3,27	817,96	31 573	30 433	39,63	29 615
13	960	9 650	3,43	856,91	33 077	32 117	39,25	31 260
14	1 958	9 650	3,40	850,25	32 820	30 862	39,74	30 012
15	873	9 650	3,34	835,84	32 263	31 390	39,8	30 554
16	1 028	9 650	3,58	895,44	34 564	33 536	39,65	32 641
17	1 700	9 650	3,51	878,50	33 910	32 210	39,92	31 332
18	1 546	9 650	3,46	866,24	33 437	31 891	39,83	31 025
19	558	9 650	3,38	843,86	32 573	32 015	39,95	31 171
20	1 670	9 650	3,65	0,00	35 188	33 518	40,15	33 518
21	866	9 650	3,38	0,00	32 590	31 724	40,11	31 724
22	1 779	9 650	3,75	938,25	36 216	34 437	39,79	33 499

* výkupní cena při olejnatosti min. 40 %

Zdroj: ceny přípravků ZZN Polabí (2020), výkup Brassica (2020), srážky Pančiková (2019)

Posouzení ekonomického přínosu v roce 2019 je problematičtější, jelikož některé varianty nedosáhly ve výkupu požadované 40% olejnatosti semen. Nejlepší byla kombinace ošetření N-vápnem na podzim a Topsinem M500 SC na jaře, na druhém místě opět jarní ošetření přípravkem Dithane DG Neotec. Avšak ani jeden z těchto vítězů nedosáhl výše uvedené olejnatosti. I zde byla na druhé straně žebříčku ekologický preparát Polyversum, jeho podzimní varianta. Prometheus CZ s aplikací na podzim byla nejvýhodnější variantou ošetřená ekologickým přípravkem a čtvrtá nejzdařilejší ze všech.

Samostatný oddíl představují výsledky kontrolních variant, kdy v závislosti na nulových nákladech na ošetření dosáhly jedny z nejlepších ekonomických výsledků ve sledovaném období.

6 Diskuze

Burlacu & Leonte (2015) uvádí, že stres způsobený vodní deficitem je jedním z nejvíce omezujících faktorů pro řepku olejkou způsobující pokles výnosů. Rostliny jsou více limitovány vodou než živinami (Wang et al. 2007). Výnos řepky dle ČSÚ byl v roce 2019 průměrně 3,05 t/ha, což je o 0,38 t méně než v předchozím roce. V pokusech, kterými se zabývala tato práce, došlo dokonce k ještě většímu poklesu, než byl celorepublikový průměr. Řepka poskytla v roce 2019 o téměř 1,9 t/ha nižší výnos než v roce 2018, tj. pokles o 35 %. V pokusech měla největší pokles výnosu varianta s podzimním ošetřením Polyversem (40 %), nejnižší kombinace N-vápna a Topsinu M500 SC (23 %) a ekologický preparát Prometheus CZ s podzimní aplikací (26 %). Dle Baranyka et al. (2010) je tato plodina náročná na srážky především v období po zasetí a v době tvorby semen. Průběh počasí na pokusné stanici Červený Újezd tak potvrzuje právě toto kritické období.

V pokusu byly použity tři preparáty povolené v ekologickém zemědělství. Prvním byl Contans WG na bázi mykoparazitické houby *Coniothyrium minitans* W. A. Campb. Dle Nerada (2006) aplikace 1 kg/ha zvýšila výnos o 14 %, a to v kombinaci s ošetřením listovým fungicidem v květu, a průměrné navýšení výnosu o 10,6 % oproti kontrole při aplikaci samotného přípravku (2 kg/ha). Oproti tomu udávají Svoboda et al. (2005) téměř shodné zvýšení o 13,9 % v prvním případě (bez udání množství přípravku) a v druhém případě však pouze v průměru o 1,2 %. V tomto maloparcelkovém pokusu byl však výnos oproti průměru kontrol v roce 2018 o 4,1 % nižší a v roce 2019 o 4,4 %.

Přípravek Polyversum s aktivní složkou spor parazitické houby *Pythium oligandrum* Drechsler byl použit ve dvou variantách – s aplikací na podzim a na jaře. Avšak účinnost je zřejmě velmi závislá na místních klimatických podmínkách, teplotě a hlavně vlhkosti porostu (Kazda & Škeřík 2008). Nerad (2006) uvádí výsledky poloprovozního pokusu, kdy dvojí aplikace navýšila výnos průměrně o 3,2 %, přičemž třetí aplikace již výnos mírně snížila. Dle výsledků z Červeného Újezdu se ani v jednom případě nepodařilo dosáhnout vyššího výnosu oproti průměru kontrol. V roce 2018 byl při podzimní aplikaci nižší o 1,1 % a při jarní o 1,5 %, v roce následujícím o 8,1 %, respektive 1,4 %.

Biologický přípravek Prometheus CZ spočívá na bázi bakterií rodu *Pseudomonas*. V laboratořích firmy Monastechnology bylo zjištěno, že bakterie, které kolonizují kořenový systém řepky, produkují metabolické látky, jimiž brání patogenům v přístupu. Výrobce dále upozorňuje na schopnost látky napomáhat rozkladu reziduálního obsahu pesticidů v půdě a

možnost zvýšení výnosu při použití přípravku o 3 – 10 %, případně 15 % (Monastechnology 2020). V našich pokusech opravdu došlo ve dvou případech ke zvýšení výnosu, a to v roce 2018 při jarní aplikaci o 1,4 % a v roce 2019 při podzimní aplikaci o 2,9 %. Podzimní aplikace přinesla v roce 2018 výnos o celých 9,7 % nižší a jarní v roce 2019 o 3,1 % nižší oproti průměru kontrol.

Dle odhadů snižují biotické stresory výnos až o 20 %, avšak abiotické až o 70 %. K suchu je řepka nejcitlivější v době klíčení a počátečního růstu (srpen, září) a poté v červenci, kdy dochází k tvorbě zásobních látek v semenech (Bláha & Vyvadilová 2010). Vegetační rok 2018/2019 byl z pohledu počasí pro řepku velmi nepříznivý. Po mimořádně suchém a velmi teplém červenci přišel mimořádně teplý srpen s průměrnou teplotou na pokusném stanovišti 21,76 °C opět doprovázený suchem. Řepka měla opožděnou a nevyrovnanou vzcházejivost se silným napadením dřepčíky, proto bylo potřeba během září dvojí ošetření insekticidem, oproti jednomu ve stejném období předchozího roku, následující jaro si rovněž vyžádalo větší insekticidní ochranu. Tento stav koresponduje se stavem v České republice. Tlak blýskáčka byl velmi silný. Extrémně vysoké teploty, které dosáhly 38 až 39 °C, zhoršily v červnu stav porostů a schopnost dozrávání. Šesule na horních patrech se spálily, ve spodních ještě byly zelené. (Pančíková, 2019). V Červeném Újezdu byla v červnu 2019 naměřena nejvyšší teplota 37,5 °C a měsíční průměr dosáhl 21,68 °C (průměr v červnu 2018 byl 18,33 °C).

Řepka, sklizená v roce 2019, měla výrazně nižší olejnatost. Pančíková (2019) uvádí její pokles na 35–40 %, za což pěstitelé dostávali srážky až 250 Kč/t. Olejnatost, jako jeden z nejvýznamnějších kvalitativních znaků, je vedle vlivu odrůdy (1–4 %) nejvíce ovlivněna vlivem ročníku a pěstitelskou oblastí (1–3 %), méně pak posklizňovým ošetřením či utužením půdy (shodně 0,5–1 %), přičemž agrotechnická opatření se projevují nepatrně (Zukalová et al. 2006). Průměrná olejnatost pokusného porostu dosáhla 39,95 %, tedy o 4,1% méně než předchozího roku. V obou letech byla použita stejná odrůda, tedy Faktor KWS, proto je zřejmé, že výkyv je způsoben právě vlivem klimatu.

Dalším sledovaným znakem v obou vegetačních obdobích byla hmotnost tisíce semen. Opět se zde ukázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými roky, nikoliv mezi variantami ošetření. Tentokrát měly vyšší HTS varianty sklizené v roce 2019, a to průměrně 4,754 g, na rozdíl od roku 2018, kdy hodnota dosáhla 4,027 g. Baranyk et al. (2010) uvádí rozmezí 3,75–6,5 g.

Zvyšující se zastoupení řepky v osevním postupu a vliv extrémního počasí způsobuje častější výskyt chorob, především houbových. Baranyk et al. (2010) říká, že ochrana řepky

proti chorobám a škůdcům se stala nedílnou součástí technologie pěstování. Avšak Kazda & Škeřík (2008) doplňují, že v případě žádoucí integrované ochrany by se měly chemické metody použít až v případě, kdy ostatní metody nebyly dostatečně účinné a nikdy ne pouze preventivně, nýbrž na základě monitoringu. Ačkoliv jsou k dispozici odrůdy odolné k fómové hnilobě, stává se problémem rychlé překonání genů rezistence a vývoj nového fungicidu či vznik nových rezistentních odrůd může trvat 10–15 let (Vyvadilová & Klíma 2012). Proto je třeba věnovat dostatečnou péči zdravotnímu stavu porostu. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v použitých přípravcích s ohledem na patologické změny na kořenech rostlin, jež mohly signalizovat choroby. Avšak vliv ročníku prokazatelný byl. V roce 2019 vykazovaly kořeny o 39 % více případů dutiny, o 49 % více patologické změny v podobě kanálku, ale o shodné procento méně příznaků skvrny.

Pokud je sucho kombinováno s teplotním stresem, růst řepky je významně snížen. Morfologické parametry celého kořenového systému se významně snižují vlivem vysoké teploty a sucha. Vedlejší kořeny s menším průměrem ovlivňují významně povrch a využitelný objem pro zvýšení účinné absorpce vody a živin a zlepšení zakořenění. Postranní kořeny řepky se projeví citlivější reakcí na suchu a teplo než hlavní kořen (Smith 2012, Wu et al. 2017).

Niedbala (2019) uvádí, že výnos plodiny závisí na velkém počtu faktorů, které jsou ve vzájemném vztahu a přímo nebo nepřímo její produkci ovlivňují. V úvahu tak musíme vzít půdní faktory (pH, struktura půdy, obsah organických látek a živin), klimatické faktory, technika zpracování půdy, odrůdy rostlin, technologie a úroveň hnojení a ochrany rostlin, technologie sklizně, oseední postup. Vzhledem k tomu, že nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami v žádném z důležitých parametrů, je třeba se zamyslet nad dalšími z faktorů, které ovlivňují výnos. Napomoci lze dodržování agronomických lhůt a dále správnou péčí o půdu.

Håkansson et al. (1987) poukazuje na kumulativní účinek opakovaného přejezdu přes pozemek, který vede k utužení půdy. Na citlivých nebo zamokřených půdách existuje riziko, že nešetrný provoz sníží produktivitu půdy na desetiletí nebo dokonce trvale. Rostliny vytvářející kůlový kořen mohou proniknout do ztuhlé půdy lépe než rostliny se svazčitými kořeny, i když takovýto pozemek omezuje růst kořenů všech plodin, snižuje příjem vody a živin, a tím brání rostlině ve vývoji a následně snižují výnos (Chen & Weil 2010). Posouzení stavu půdy nebylo součástí této diplomové práce, avšak může představovat úkol do budoucna.

Beavington (1997) však doufá, že výnosy plodin by se mohly dále zvyšovat díky agronomickým inovacím a zlepšení na jedné straně a šlechtěním na lepší odolnost vůči stresu na druhé straně.

7 Závěr

- K cílům předložené práce patřilo ověření rozdílu v působení vybraných přípravků na kořenový systém a výnos zvolené odrůdy ozimé řepky Factor KWS. Vědecká hypotéza, jež předpokládala pozitivní ovlivnění kořenového systému, nárůstu biomasy a vyšší výnosu ozimé řepky po použití přípravků s fungicidními a regulačními účinky, nebyla potvrzena.
- Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny mezi jednotlivými lety, nikoliv však variantami. Vegetační rok 2017/2018 se vyznačoval vyšší olejnatostí, avšak nižší hodnotou HTS. Výnos v roce 2018/2019 poklesl oproti předchozímu o 35 % a olejnatost se dostala u některých variant až pod hranici 40 %. Protože průběh počasí v obou sledovaných ročnících vykazoval velké rozdíly, bylo by třeba pro případné zjištění statisticky významných rozdílů mezi použitými přípravky pokus opakovat.
- Nebyla prokázána spojitost mezi hmotností, morfologickou stavbou kořenů a výnosem u jednotlivých variant ošetření.
- Vzhledem k statisticky neprůkazným rozdílům mezi ošetřenými a kontrolními variantami je třeba se do budoucna spíše zaměřit na vhodnou agrotechniku než na dodatečnou nápravu s nejistým výsledkem.
- Předchozí doporučení platí i pro ekologickou produkci řepky. V roce 2019 byla ekonomicky výhodná kontrolní varianta. Z variant ošetřených přípravky povolených v EZ, dosáhla nejvyššího výnosu podzimní aplikace přípravku Prometheus CZ, a to 3,549 t/ha v roce 2019, tedy nejlepšího ze všech variant. Rovněž při jarním ošetření v roce 2018 přinesl tento přípravek vyšší výnos oproti průměru kontrolních variant (5,406 t/ha). Všechny ostatní případy ošetření přípravky pro ekologické zemědělství zvýšení výnosu nepřinesly.

8 Literatura

- Al-Darby AM, Lowery B, Daniel TC. 1987. Corn leaf water potential and water use efficiency under three conservation tillage systems. *Soil* [online], **9** (3), 241-254.
- Alpmann L, Jenrich H. 2006. Špičkové výnosy řepky ozimé. Pages 91 - 95 in Baranyk P, editor. *Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 23. vyhodnocovací seminář: sborník: 22. - 23. 11. 2006, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.*
- Assefa Y, Prasad PVV, Foster C, Wright Y, Young S, Bradley P, Stamm M, Ciampitti IA. 2018. Major Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America. *Crop Science* [online], **58** (1), 1-16.
- Baranyk P, Fábry A et al. 2007. *Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, Praha.*
- Baranyk P et al. 2010. *Olejniny. Profi Press, Praha.*
- Barekati F, Majidi Hervan E, Shirani Rad AH, Noor Mohamadi G. 2019. Effect of Sowing Date and Humic Acid Foliar Application on Yield and Yield Components of Canola Cultivars. *Journal of Agricultural Sciences* [online], **25** (1), 70-78.
- Beavington F. 1997. Adapting and Improving Crops: The Endless Task [and Discussion]. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* [online], 352 (1356), 901-906.
- Bečka D. 2007. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.*
- Bečka D. 2013. *Řepka ozimá: inovace pěstitelské technologie: certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.*
- Beranovský J, Truxa J et al. 2004. *Alternativní energie pro váš dům. EkoWatt, Praha.*
- Berry PM, Spink JH. 2006. Physiological analysis of oilseed rape yields: Past and future. *Journal of agricultural science*. **144**: 381-392.
- Bioinstitut. 2020. Ročenka 2017. Ekologického zemědělství v České republice. Available from https://aa.ecn.cz/img_upload/410697af7dfcb092dfd4e3937dd69e3f/rocenka_ez_2017.pdf (accessed January 2020).
- Bioinstitut. 2020. Ročenka 2018. Ekologického zemědělství v České republice. Available from https://aa.ecn.cz/img_upload/7331e1faea7fac726e0197358f83ecdd/rocenka_ez_2018_web.pdf (accessed January 2020).
- Bláha L, Vyvadilová M. 2010. Současné možnosti využití hodnocení kořenového systému při pěstování a šlechtění rostlin. Pages 276 - 296. in Bláha L, Hnilička F, Martinková J, editors. *Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin (vybrané kapitoly). Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.*

- Bórawski P, Bełdycka-Bórawska A, Szymańska EJ, Jankowski KJ, Dunn JW. 2019. Environmental and Economic Factors Shaping Efficiency of Rapeseed Farms in Poland. Polish Journal of Environmental Studies [online], **28** (1), 43-51.
- Borovko L. 2006. Vliv mimokořenové výživy na výnos a jakost semen řepky. Pages 55 – 56 in Kováčik A, Vach M, Bečka D, editors. Prosperující olejniný: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze: Praha, 13. 12. 2006 – Větrný Jeníkov, 14. 12. 2006. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Brassica. 2020. Výkup komodit. Available from <http://www.brassica.cz/sluzby-vykup-komodit.php> (accessed January 2020).
- Burlacu (Arsene) MC, Leonte C. 2015. Morphologic evaluation of some oilseed rape cultivars in water deficit stress conditions. Agronomy Series of Scientific Research / Lucrari Stiintifice Seria Agronomie [online], **58** (1), 11-14.
- Coceral. 2020. Crop Forecasts. Available from <http://www.coceral.com/web/2018/1011306087/list1187970317/f1.html> (accessed March 2020).
- Conrad N, Brandes M, Will T et al. 2018. Effects of insecticidal seed treatments and foliar sprays in winter oilseed rape in autumn on insect pests and TuYV infection. Journal of Plant Diseases and Protection. **125** (6): 557-565.
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Kovářik J, Sedlár O. 2016. Význam hořčíku (Mg) ve výživě ozimé řepky. Pages 178 – 184 in Baranyk P, editor. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 33. vyhodnocovací seminář: sborník: 23. – 24. 11. 2016, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Černý J, Javor T, Kulhánek M, Sedlár O, Balík J. 2017. Specifika hnojení sírou u ozimé řepky. Pages 91 - 97 in Baranyk P, editor. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 34. vyhodnocovací seminář: sborník: 22. - 23. 11. 2017, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- ČSÚ. 2020. Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin. Available from https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02G&z=T&f=TABULKA&skupId=386&katalog=30840&pvo=ZEM02G&evo=v1442_!_ZEM02G-celek_1#w= (accessed March 2020).
- De Fraiture Ch, Wichelns D. 2010. Satisfying future water demands for agriculture. Agricultural Water Management [online], **97**(4), 502-511.
- Douglas BK. 2011. Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. Annals of Botany [online]. **108** (3), 407.

- EUR-Lex. 2020. Nařízení Komise (ES) č. 889/2008 ze dne 5. září 2008. Available from http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/Legislativa-EU_x2006-2010_NarizeniEK-2008-889-EZ.html (accessed Juni 2020).
- Evans LT, Wallace JS, Beavington F. 1997. Adapting and Improving Crops: The Endless Task [and Discussion]. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. **352** (1356), 901-906.
- Fábry A. et al. 1992. Olejníky. Park Centrum České Budějovice, pracoviště Praha, Praha.
- FAO. Faostat. 2020. Data. Crops. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed March 2020).
- Faralli M, Grove IG, Hare MC, Alcalde - Barrios A, Williams KS, Corke FMK, Kettlewell APS. 2017. Modulation of Brassica napus source-sink physiology through film antitranspirant induced drought tolerance amelioration that is dependent on the stress magnitude. *Journal of Agronomy* [online], **203** (5), 360-372.
- Farina R, Beneduzi A, Ambrosini A, De Campos SB, Lisboa BB, Wendisch V, Vargas LK, Passaglia LMP. 2012. Diversity of plant growth-promoting rhizobacteria communities associated with the stages of canola growth. *Applied Soil Ecology* [online], **55**, 44-52.
- Gan Y, Harker KN, Kutcher HR, Gulden RH, Irvine RB, May WE, O'Donovan JT. 2016. Canola seed yield and phenological responses to plant density. *Canadian Journal of Plant Science*. **96** (1), 151-159.
- Good AG, Beatty PH. 2011. Fertilizing nature: a tragedy of excess in the commons. *PLoS Biology* [online], **9** (8): 1-9.
- Goodman AM, Crook JM, Ennos AR. 2001. Anchorage Mechanics of the Tap Root System of Winter-sown Oilseed Rape (*Brassica napus* L.), *Annals of Botany*, **87** (3): 397-404.
- Hammac WA, Pan WL, Bolton RP, Koenig RT. 2011. High resolution imaging to assess oilseed species' root hair responses to soil water stress. *Plant and Soil*. **339** (1/2), 125.
- Håkansson I, Voorhees WB, Elonen P, Raghavan GSV, Lowery B, Van Wijk ALM, Rasmussen K, Riley H. 1987. Effect of high axle-load traffic on subsoil compaction and crop yield in humid regions with annual freezing. *Soil and Tillage Research* [online], **10** (3), 259 – 268.
- Harker KN, O'Donovan JT, Turkington TK, Blackshaw RE, Lupwayi NZ, Smith EG, Dossall LM, Hall LM, Kutcher HR, Willenborg CJ, Peng G, Irvine RB, Mohr R. 2015. Canola cultivar mixtures and rotations do not mitigate the negative impacts of continuous canola. *Canadian Journal of Plant Science* **95** (6), 1085-1099.

- Hatzig S, Zaharia LI, Abrams S, Hohmann M, Legoahec L, Bouchereau A, Nesi N, Snowdon R. 2014. Early Osmotic Adjustment Responses in Drought-Resistant and Drought-Sensitive Oilseed Rape. *Journal of Integrative Plant Biology* [online], **56** (8), 797-809.
- Hatzig S, Nuppenau JN, Snowdon RJ, Schießl SV. 2018. Drought stress has transgenerational effects on seeds and seedlings in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *BMC Plant Biology* [online], **18** (1), N.Pag.
- Hess L, Meir P, Bingham IJ. 2015. Comparative assessment of the sensitivity of oilseed rape and wheat to limited water supply. *Annals of Applied Biology* [online]. **167** (1): 102-115.
- Huang Q, Zhao Y, Liu Ch et al. 2015. Evaluation of and selection criteria for drought resistance in Chinese semiwinter rapeseed varieties at different developmental stages. *Plant Breeding* [online]. 2015, **134** (5), 542-550.
- Hůla J, Procházková B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha.
- Chalhoub B, Denoeud F, Liu S et al. 2014. Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic *Brassica napus* oilseed genome. *Science*, **345** (6199): 950-953.
- Chen G, Weil RR. 2010. Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant and Soil* [online], **331**(1/2), 31 – 43.
- Jaime R, Alcántara JM, Manzaneda AJ, Rey PJ. 2018. Climate change decreases suitable areas for rapeseed cultivation in Europe but provides new opportunities for white mustard as an alternative oilseed for biofuel production. *PLoS ONE*, **13** (11): 1-18.
- Jevič P, Šedivá Z. 2017. Stav a výhled využití udržitelné bionafty v nízkoemisní mobilitě. Pages 60 - 72 in Baranyk P, editor. *Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 34. vyhodnocovací seminář: sborník: 22. - 23. 11. 2017*, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Kazda J, Škeřík J. 2008. *Metodika integrované ochrany řepky*. SPZO, Praha.
- Klíma M et al. 2018. Resyntéza řepky olejky z brukve řepáku a brukve zelné: certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kocourek F et al. 2017. Ochrana řepky proti živočišným škůdcům na podzim bez mořidel na bázi neonikotinoidů. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kocourek F et al. 2018. Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům vyjma podzimních škůdců. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kožnarová V, Klabzuba J. 2010. Tradiční i moderní metody hodnocení počasí a podnebí v biologických disciplínách. Pages 4 – 33. in Bláha L, Hnilička F, Martinková J editors.

- Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin (vybrané kapitoly). Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kuhlmann U, Mason PG, Hinz HL et al. 2006. Avoiding conflicts between insect and weed biological control: selection of non-target species to assess host specificity of cabbage seedpod weevil parasitoids. *Journal of applied entomology = Zeitschrift für angewandte Entomologie* [online], **130** (3), 129-141.
- Kumar A, Banga SS, Meena PD, Kumar PR. 2015. Brassica oilseeds: breeding and management. CABI, Wallingford, Oxfordshire.
- Kuthan A. 2017. Biopesticidy u nás a ve světě. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/biopesticidy-u-nas-a-ve-svete> (accessed June 2019).
- KWS Osiva s.r.o. 2019. Řepka. Přehled hybridů a odrůd. Factor KWS. 2019. Available from <https://www.kws.com/cz/cs/produkty/repka/prehled-hybridu-a-odrud/factor-kws/> (accessed December 2019).
- Lorin M, Jeuffroy MH, Butier A, Valantin-Morison M. 2016. Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulch: Consequences for cash crop nitrogen nutrition. *Field Crops Research* [online], **193**, 24-33.
- Monastechnology. 2020. Prometheus CZ. Available from <http://www.monastechnology.cz/index.php/prometheus-cz> (accessed February 2020).
- Mühlbachová G. 2012. Některé aspekty vlivu stresu na výživu rostlin. Pages 100 - 108. in Bláha L, Šerá B. editors. Vybrané kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu: Selected topics in plant physiology and agricultural research Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Nátr L. 2002. Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. ISV, Praha.
- Nerad D. 2006. Zkušenosti z pokusů s biopreparáty Contans WG a Polyverzum. Pages 196 - 199 in Baranyk P, editor. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 23. vyhodnocovací seminář: sborník: 22. - 23. 11. 2006, Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Niedbała G. 2019. Simple model based on artificial neural network for early prediction and simulation winter rapeseed yield. *Journal of Integrative Agriculture* [online], **18** (1), 54-61.
- Pančíková J. 2019. Letošní výnos řepky byl podprůměrný. Úroda. Available from <https://www.uroda.cz/letosni-vynos-repky-byl-podprumerny> (accessed January 2020).

- Pires ND, Dolan L. 2012. Morphological evolution in landplants: new designs with old genes. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* [online]. **367** (1588): 508.
- Plachká E, Poslušná J. 2012. Signalizace výskytu fomové hniloby brukvovitých/fomového černání stonku řepky v řepce olejce ozimé: realizační výstup projektu Ministerstva zemědělství, Národní agentury pro zemědělský výzkum: QH81127 "Ověření a zavedení systému prognózy fomové hniloby - rakoviny stonku řepky (*Leptosphaeria maculans*) v řepce olejce na základě hodnocení koncentrace výskytu askospor v ovzduší a na základě hodnocení průběhu počasí v ČR": certifikovaná metodika. Šumperk: Oseva vývoj a výzkum a Agritec Plant Research v nakl. Agritec.
- Ray DK, West PC, Clark M, Gerber JS, Prishchepov AV, Chatterjee S. 2019. Climate change has likely already affected global food production. *PLoS ONE* [online], **14** (5), 1-18.
- Reddy GVP. 2017. Integrated management of insect pests on canola and other *Brassica* oilseed crops. CABI, Wallingford, Oxfordshire.
- Sieling K, Böttcher U, Kage H. 2017. Sowing date and N application effects on taproot and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agronomy* [online], **83**, 40-46.
- Smith S. 2012. Introduction: Root system architecture. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* [online]. **367** (1595), 1441.
- Szała L, Sosnowska K, Popławska W, Liersch A, Olejnik A, Kozłowska K, Bocianowski J, Cegielska-Taras T. 2016. Development of new restorer lines for CMS ogura system with the use of resynthesized oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Breeding Science* [online], **66** (4), 516-521.
- Svoboda L, Hässler J, Vanek G. 2005. Využití biologického přípravku Contans WG v podmínkách intenzivní zemědělské výroby. Pages 167 - 171 in Baranyk P, editor. Řepka, mák, slunečnice a hořčice: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze: ČZU v Praze 22. 2. 2005, Hrotovice 23. 2. 2005. ČZÚ, Praha.
- Šarapatka B, Urban J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO, Šumperk.
- Thomas CL et al. 2016. Root morphology and seed and leaf ionic traits in a *Brassica napus* L. diversity panel show wide phenotypic variation and are characteristic of crop habit. *BMC Plant Biology* **16** (214): 1-18.
- Uddin S, Low M, Parvin S, Fitzgerald GJ, Tausz-Posch S, Armstrong R, Tausz M. 2018. Yield of canola (*Brassica napus* L.) benefits more from elevated CO₂ when access to deeper soil water is improved. *Environmental and Experimental Botany* [online], **155**, 518-528.

- Van Reeth C, Michel N, Bockstaller Ch, Caro G. 2019. Influences of oilseed rape area and aggregation on pollinator abundance and reproductive success of a co-flowering wild plant. *Agriculture, Ecosystems* [online], **280**, 35-42.
- Vaněk V, Balík J, Černý J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, Valtera P. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia, Praha.
- Vicianová M, Ducloux L, Ryant P, Provazník M, Zapletalová A, Slepčan M. 2020. Oilseed Rape (*Brassica Napus* L.) Nutrition by Nitrogen and Phosphorus and its Effect on Yield of Seed, Oil and Higher Fatty Acids Content. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online], **68** (1), 129-136.
- Vyvadilová M, Klíma M. 2012. Současné cíle a metody ve šlechtění řepky olejky. Pages 146 - 159. in Bláha L, Šerá B. editors. *Vybrané kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu: Selected topics in plant physiology and agricultural research*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Wang L, Kroon H, Smits AJM. 2007. Combined effects of partial root drying and patchy fertilizer placement on nutrient acquisition and growth of oilseed rape. *Plant and Soil* [online], **295** (1/2), 207.
- Wang L, Liu Q, Dong X, Liu Y, Lu J. 2019. Herbicide and nitrogen rate effects on weed suppression, N uptake, use efficiency and yield in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Global Ecology and Conservation* [online]. **17** (-): 1-10.
- Wissuwa M, Mazzola M, Picard Ch. 2009. Novel approaches in plant breeding for rhizosphere-related traits. *Plant and Soil* [online], 321 (1/2), 409 – 430.
- White PJ, George TS, Gregory PJ, Bengough AG, Hallett PD, McKenzie BM. 2013. Matching roots to their environment. *Annals of Botany* [online], 112 (2), 207 – 222.
- Wu W, Duncan R, Ma B. 2017. Quantification of canola root morphological traits under heat and drought stresses with electrical measurements. *Plant* [online], 415(1/2), 229 – 244.
- Wu W, Ma B. 2018. Assessment of canola crop lodging under elevated temperatures for adaptation to climate change. *Agricultural* [online], 248, 329 – 338.
- Zehnálek P. 2019. Seznam doporučených odrůd řepky olejky ozimé 2019. ÚKZÚZ, Brno. Available from http://eagri.cz/public/web/file/616327/Olejninny_2019.pdf (accessed December 2019).
- Zhang Z, Cong RH, Ren T, Li H, Zhu Y, Lu JW. 2020. Optimizing agronomic practices for closing rapeseed yield gaps under intensive cropping systems in China. *Journal of Integrative Agriculture* [online], **19** (5), 1241-1249.

Zukalová H, Bečka D, Vašák J. 2006. Kvalita olejnin – I. řepka ozimá. Pages 73 – 78 in Kováčik A, Vach M, Bečka D, editors. Prosperující olejninny: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze: Praha, 13. 12. 2006 – Větrný Jeníkov, 14. 12. 2006. Česká zemědělská univerzita, Praha.

ZZN Polabí. 2020. Ceny přípravků: ZZN Polabí, a.s., Ceník agrochemie 2018. Available from <http://www.zznpolabi.cz/?2261/agrochemie---nabidka> (accessed January 2020).

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

ANOVA – Analysis of variance
BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka
C3 - Rostliny, které fotosyntetizují pomocí Calvinova cyklu
CO ₂ – Oxid uhličitý
ČSÚ – Český statistický úřad
DASA – Dusičnan amonný + síran amonný
EU – Evropská Unie
EZ – Ekologické zemědělství
GJ – Gigajoule
HTS – Hmotnost tisíce semen
LAD – Ledek amonný s dolomitem
MZe – Ministerstvo zemědělství
SDO – Seznam doporučených odrůd
TuYV - Turnip yellows virus (virus žloutenky vodnice)

10 Seznam tabulek a grafů

10.1 Tabulky

Tabulka 1: Vývoj ploch a sklizní olejnin a řepky v letech 2012 až 2019.....	9
Tabulka 2: Odolnost odrůdy Faktor KWS vůči chorobám	29
Tabulka 3: Varianty pokusu, dávky přípravků a jejich aplikace	31
Tabulka 4: Agrotechnika pokusu	34
Tabulka 5: Termíny odběrů a pozorování.....	35
Tabulka 6: Porovnání kvality sklizně	36
Tabulka 7: Vliv ročníku na sledované parametry kvality sklizně – ANOVA	37
Tabulka 8: Porovnání parametrů a tvaru kořene.....	37
Tabulka 9: Vliv ročníku na sledované parametry kořene - ANOVA	37
Tabulka 10: Vliv ročníku na tvar kořenů – ANOVA	37
Tabulka 11: Porovnání výskytu patologických změn na kořenech	38
Tabulka 12: Vliv ročníku na patologické změny na kořenech - ANOVA.....	38
Tabulka 13: Zastoupení (%) tvarových změn u kořenů v závislosti na ošetření. Červený Újezd 2017/2018 a 2018/2019	40
Tabulka 14: Porovnání výsledků – ANOVA.....	46
Tabulka 15: Vliv ošetření na sledované parametry – období 2017/2018 a 2018/2019	47
Tabulka 16: Ekonomický přínos ošetření vybranými přípravky v letech 2018 a 2019.....	48

10.2 Grafy

Graf 1: Produkce řepky v roce 2017 a 2018	16
Graf 2: Výnos řepky v letech 2018 a 2019 v zemích EU	16
Graf 3: FACTOR KWS – výnos semene (t/ha), poloprovozní pokusy KWS, 2018	29
Graf 4: Průběh vegetačních let 2017/2018 a 2018/2019. Červený Újezd.	32
Graf 5: Vliv ošetření na vady kořenů - vegetační ročník 2017/2018	41
Graf 6: Vliv ošetření na vady kořenů - vegetační ročník 2018/2019	42
Graf 7: Hmotnost biomasy nadzemní hmoty (g) a kořenů (g). Č. Újezd, 11. 4. a 18. 6. 2018.	44
Graf 8: Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos, Č. Újezd, 18. 6. 2018	44
Graf 9: Hmotnost biomasy nadzemní hmoty (g) a kořenů (g). Č. Újezd, 8. 4. a 11. 6. 2019..	45
Graf 10: Vliv ošetření na parametry kořenů a výnos, Č. Újezd, 11. 6. 2019	45

10.3 Obrázky

Obrázek 1: Kořen řepky.....	13
Obrázek 2: Model vhodných oblastí pro pěstování řepky za současných podmínek	17
Obrázek 3: Teoretický rámec faktorů, indikátorů a determinantů výsledného výnosu řepky ..	26
Obrázek 4: Přehled výskytu rizikových biometeorologických faktorů významných pro výnos řepky	33

10.4 Přílohy

Příloha 1: Meteorologické údaje, Červený Újezd, vegetační období 2017/18 a 2018/19	I
Příloha 2: Parametry kořenů. Červený Újezd, 18. 6. 2018, 11. 6. 2019	II
Příloha 3: Porovnání vybraných parametrů v letech 2017/18 a 2018/19.....	III
Příloha 4: Výnos v letech 2018 a 2019	III
Příloha 5: Olejnatost dle jednotlivých variant	IV
Příloha 6: HTS dle jednotlivých variant	IV
Příloha 7: Výnos dle jednotlivých variant	V
Příloha 8: Vliv ošetření na symptomatické projevy u kořenů, odběr 11. 6. 2019	V

11 Samostatné přílohy

Příloha 1: Meteorologické údaje, Červený Újezd, vegetační období 2017/18 a 2018/19

Měsíc ^{rok}	Průměrná teplota (C)				Průměrné srážky (mm)			
	N _t	t	N _{odch}	Hodnocení	N _s	srážky	% N _s	Hodnocení
VIII ²⁰¹⁷	17,9	19,46	1,6	silně nadnormální	66	55,5	84	normální
IX ²⁰¹⁷	13,5	12,78	-0,7	normální	38	25	66	normální
X ²⁰¹⁷	8,5	10,64	2,1	silně nadnormální	27	61,6	228	silně nadnormální
XI ²⁰¹⁷	3,1	4,44	1,3	nadnormální	30	29,1	97	normální
XII ²⁰¹⁷	-0,3	1,31	1,6	nadnormální	28	22	79	normální
I ²⁰¹⁸	-1,4	2,78	4,2	silně nadnormální	22	27,6	125	nadnormální
II ²⁰¹⁸	-0,3	-3,81	-3,5	podnormální	20	6,3	32	podnormální
III ²⁰¹⁸	3,6	1,76	-1,8	normální	28	35,8	128	normální
IV ²⁰¹⁸	8,5	13,56	5,1	mimořádně nadnormální	28	14	50	podnormální
V ²⁰¹⁸	13,5	16,72	3,2	silně nadnormální	70	24,4	35	silně podnormální
VI ²⁰¹⁸	16,2	18,33	2,1	silně nadnormální	67	74,7	111	normální
VII ²⁰¹⁸	18,3	20,64	2,3	silně nadnormální	78	12,1	16	mimořádně podnormální
VIII ²⁰¹⁸	17,9	21,76	3,9	mimořádně nadnormální	66	21,9	33	silně podnormální
IX ²⁰¹⁸	13,5	16,03	2,5	silně nadnormální	38	38,7	102	normální
X ²⁰¹⁸	8,5	10,61	2,1	silně nadnormální	27	24,2	90	normální
XI ²⁰¹⁸	3,1	4,26	1,2	nadnormální	30	12,7	42	podnormální
XII ²⁰¹⁸	-0,3	2,58	2,9	silně nadnormální	28	41,8	149	nadnormální
I ²⁰¹⁹	-1,4	-0,47	0,9	normální	22	24,8	113	normální
II ²⁰¹⁹	-0,3	3,08	3,4	silně nadnormální	20	17,4	87	normální
III ²⁰¹⁹	3,6	7,04	3,4	silně nadnormální	28	33,1	118	normální
IV ²⁰¹⁹	8,5	10,22	1,7	nadnormální	28	22,1	79	normální
V ²⁰¹⁹	13,5	11,31	-2,2	podnormální	70	55,3	79	normální
VI ²⁰¹⁹	16,2	21,68	5,5	mimořádně nadnormální	67	41,4	62	podnormální
VII ²⁰¹⁹	18,3	20,09	1,8	silně nadnormální	78	52,6	67	normální

Zkratky: N_t – teplotní normál, t – teplota, N_{odch} – odchylka od normálu, N_s – srážkový normál
Normál Praha Ruzyně 1981 – 2010

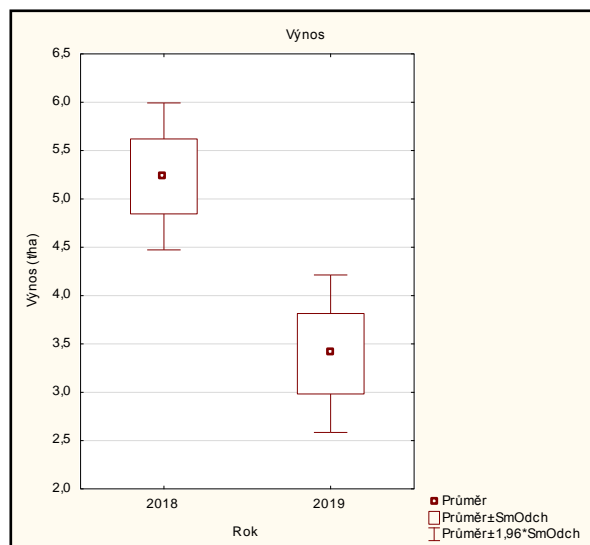
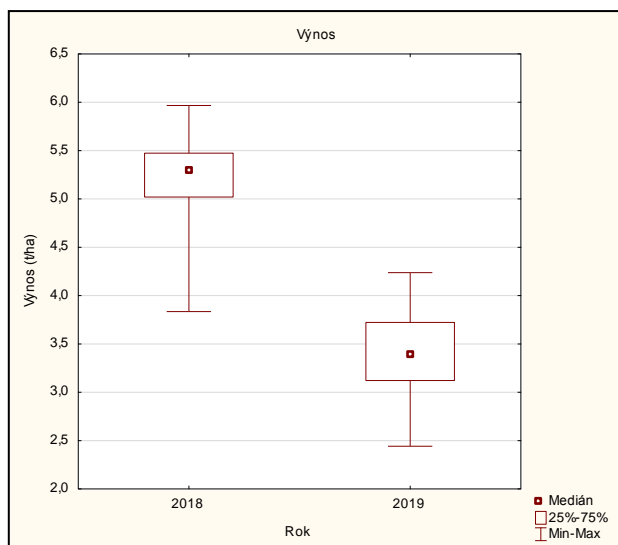
Příloha 2: Parametry kořenů. Červený Újezd, 18. 6. 2018, 11. 6. 2019

	Varianta	Rok 2017/2018			Rok 2018/2019		
		Délka kořene (cm)	Kořenový krček (mm)	Hmotnost kořene (g)	Délka kořene (cm)	Kořenový krček (mm)	Hmotnost kořene (g)
1	kontrola (p)	18,75	22,50	50,89	12,71	12,73	22,31
2	Contans WG (s)	19,30	21,98	38,90	13,57	12,25	20,93
3	N-vápno (p)	18,20	21,05	44,32	12,72	12,65	16,63
4	Topsin M500 SC (p)	19,48	22,95	43,83	14,13	14,95	22,10
5	Polyversum (p)	17,85	23,00	38,77	13,25	13,98	22,52
6	Prometheus CZ (p)	25,16	23,30	45,10	13,27	13,08	18,45
7	Dithane DG Neotec (p)	19,06	21,90	39,68	12,94	13,30	16,69
8	Amistar Xtra (p)	19,36	22,83	38,82	13,21	14,38	17,79
9	N-lock (p)	18,94	20,00	34,40	14,22	14,00	20,86
10	Rooter (p)	20,05	24,58	58,41	14,35	15,22	23,38
11	kontrola (j)	19,13	21,95	41,96	13,13	12,88	18,90
12	N-vápno (j)	17,95	22,30	44,20	12,93	13,39	19,53
13	Topsin M500 SC (j)	18,45	21,08	36,95	12,22	13,25	21,09
14	Polyversum (j)	19,10	22,20	42,01	13,89	11,38	19,92
15	Prometheus CZ (j)	19,11	20,68	39,84	11,91	13,45	18,03
16	Dithane DG Neotec (j)	18,65	23,35	44,82	12,29	11,90	18,02
17	Amistar Xtra (j)	18,65	19,78	38,47	13,50	12,68	15,94
18	N-lock (j)	18,55	21,93	46,15	13,23	12,78	18,21
19	Rooter (j)	17,13	20,85	39,91	13,94	12,10	17,63
20	Topsin M500 SC (p+j)	17,86	20,93	45,25	15,21	15,05	20,56
21	Rooter (p+j)	18,75	21,09	41,66	13,12	12,70	16,55
22	N-vápno (p) + Topsin (j)	19,26	22,10	40,96	13,56	12,53	18,32

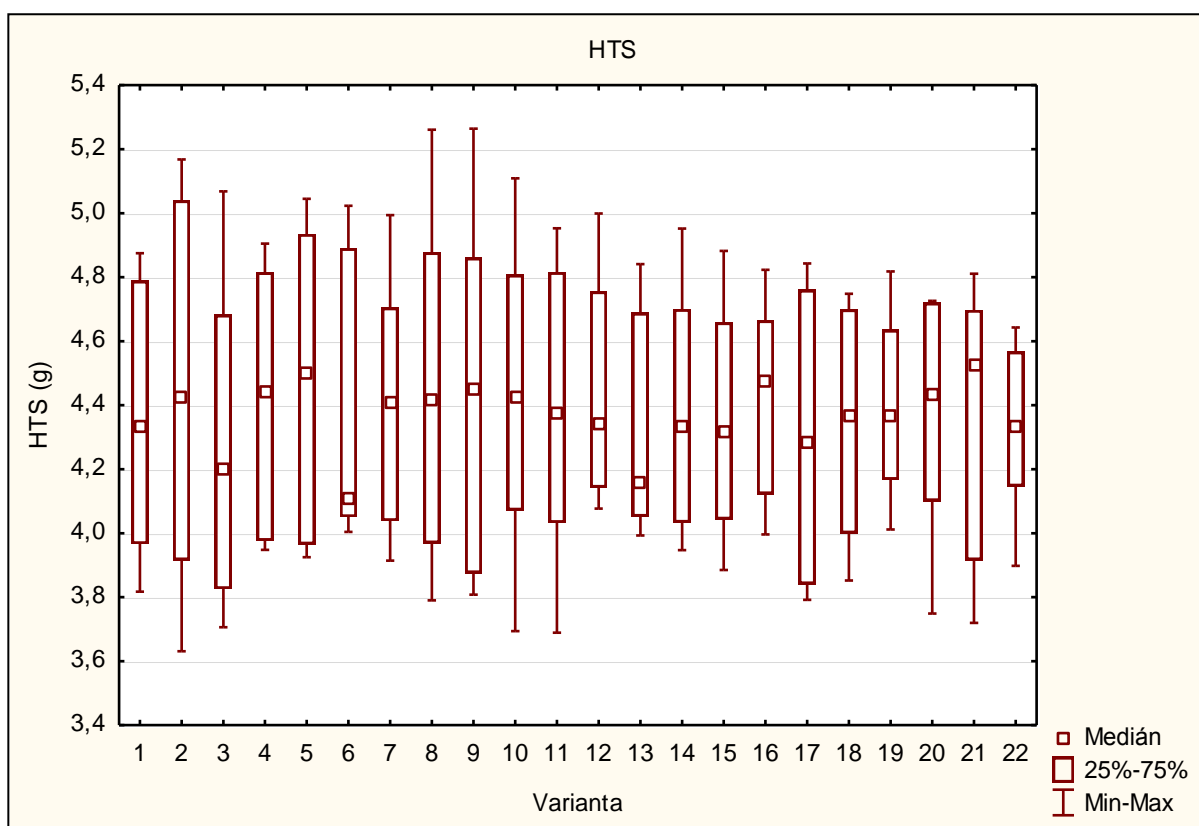
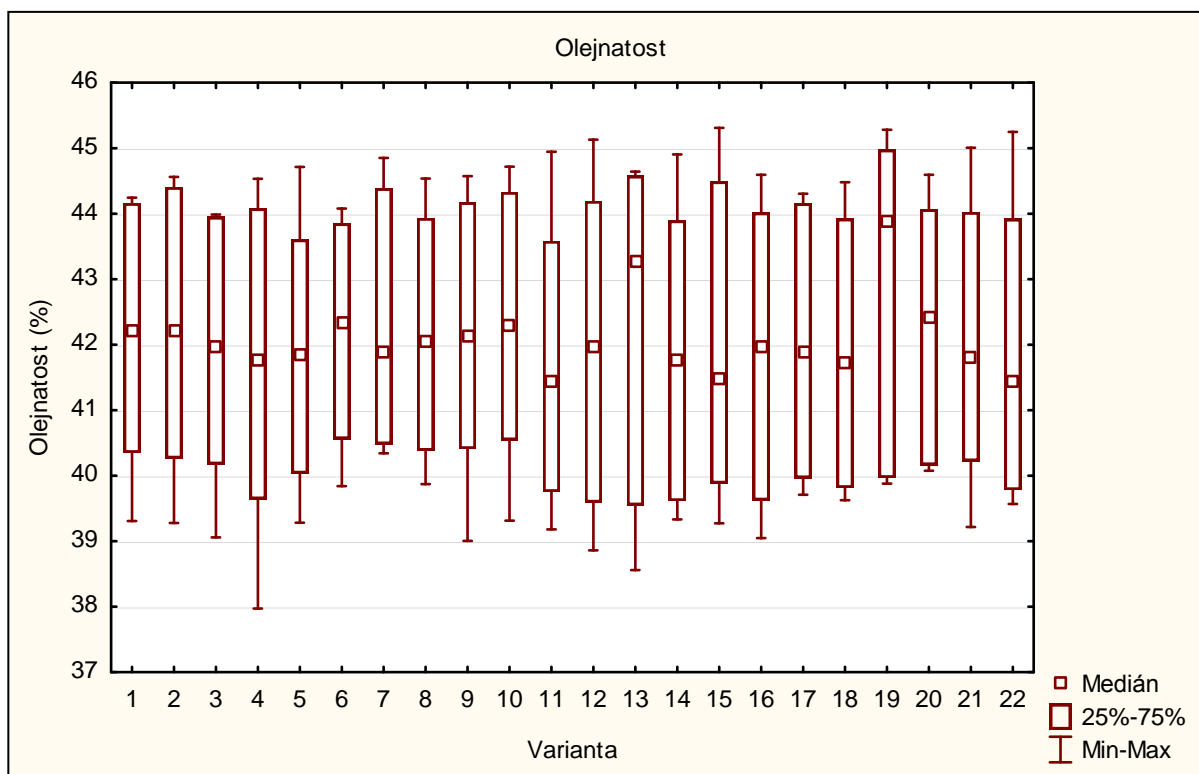
Příloha 3: Porovnání vybraných parametrů v letech 2017/18 a 2018/19

Varianta		2017/18				2018/19			
		Olej	HTS	Výnos	Výnos	Olej	HTS	Výnos	Výnos
		(%)	(g)	(t/ha)	3 opak.	(%)	(g)	(t/ha)	3 opak.
1	Kontrola (p)	44,05	3,966	5,303	5,173	40,21	4,751	3,380	3,577
11	Kontrola (j)	43,72	4,003	5,358	5,525	39,7	4,77	3,518	3,322
	Kontrola průměr	43,88	3,984	5,331	5,349	39,95	4,761	3,449	3,449
2	Contans WG (s)	44,24	3,922	5,114	5,355	40,16	4,967	3,297	3,480
3	N-vápno (p)	43,81	3,849	5,131	5,006	40	4,698	3,131	2,951
4	Topsin M500 SC (p)	44,02	4,053	5,127	5,339	39,34	4,778	3,128	3,344
5	Polyversum (p)	43,82	4,014	5,252	5,332	39,93	4,928	3,160	3,280
6	Prometheus CZ (p)	43,89	4,05	4,813	5,139	40,47	4,733	3,549	3,319
7	Dithane DG Neotec (p)	44,19	4,056	5,180	4,989	40,49	4,746	3,235	3,056
8	Amistar Xtra (p)	43,99	3,992	5,191	5,451	40,31	4,901	3,415	3,232
9	N-lock (p)	44,07	3,932	5,418	5,285	40,2	4,929	3,517	3,302
10	Rooter (p)	44,33	4,049	5,238	5,073	40,26	4,802	3,296	3,001
12	N-vápno (j)	44,24	4,15	5,125	5,299	39,63	4,74	3,272	3,139
13	Topsin M500 SC (j)	44,03	4,078	5,317	5,317	39,25	4,66	3,428	3,428
14	Polyversum (j)	43,96	4,042	5,270	5,114	39,74	4,716	3,401	3,617
15	Prometheus CZ (j)	44,28	4,034	5,406	5,271	39,8	4,667	3,343	3,558
16	Dithane DG Neotec (j)	44,07	4,161	5,375	5,567	39,65	4,677	3,582	3,363
17	Amistar Xtra (j)	44,1	3,847	5,464	5,296	39,92	4,754	3,514	3,708
18	N-lock (j)	43,93	3,998	5,043	5,215	39,83	4,684	3,465	3,253
19	Rooter (j)	44,72	4,204	5,465	5,689	39,95	4,689	3,375	3,270
20	Topsin M500 SC (p+j)	43,76	4,114	5,351	5,534	40,15	4,671	3,646	3,769
21	Rooter (p+j)	43,98	3,997	5,337	5,137	40,11	4,705	3,377	3,262
22	N-vápno (p) + Topsin (j)	43,99	4,088	4,869	4,738	39,79	4,572	3,753	3,679
Průměr všech		44,05	4,027	5,234	5,266	39,95	4,752	3,399	3,360

Příloha 4: Výnos v letech 2018 a 2019

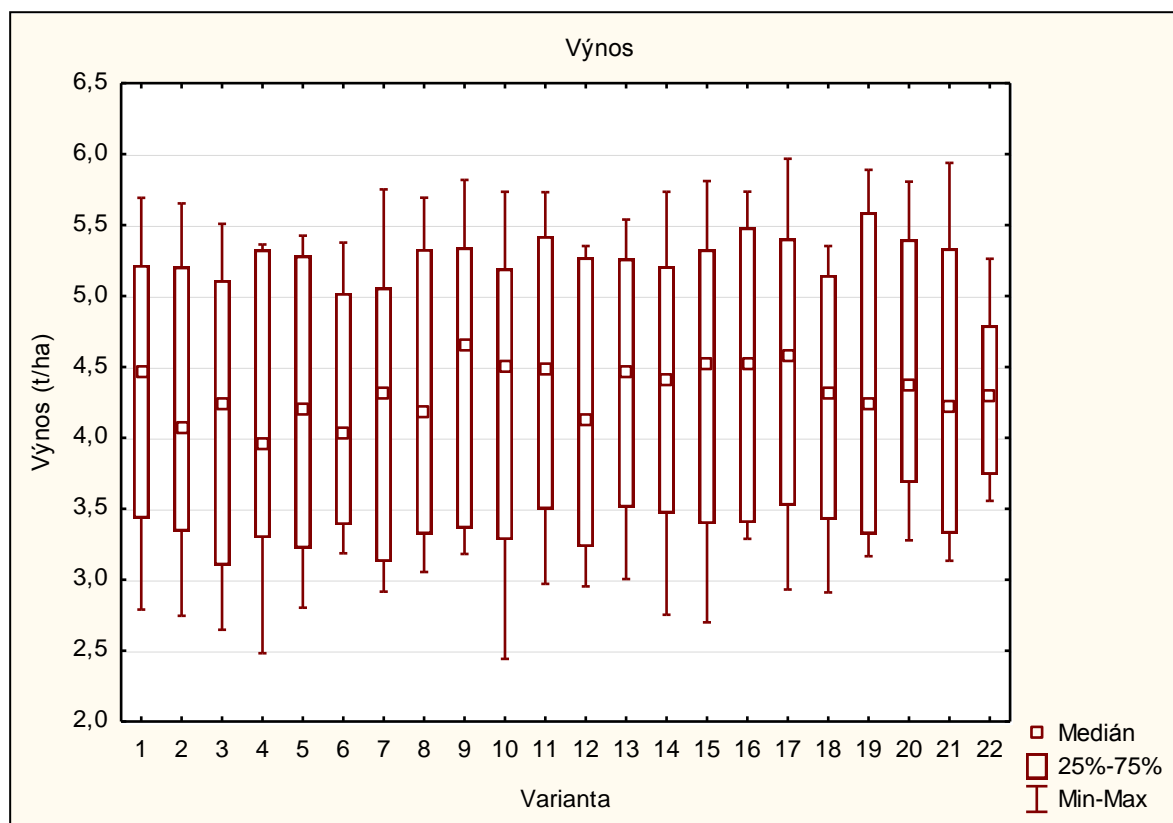


Příloha 5: Olejnatost dle jednotlivých variant



Příloha 6: HTS dle jednotlivých variant

Příloha 7: Výnos dle jednotlivých variant



Příloha 8: Vliv ošetření na symptomatické projevy u kořenů, odběr 11. 6. 2019

Varianta	Kanálek tmavý			Dutina tmavá			Skvrna			Kanálek světlý	
	ks	%	stupeň (1-9)	ks	%	stupeň (1-9)	ks	%	stupeň (1-9)	ks	%
1. kontrola (p)	12	30,0	1,8	0	0,0		6	15,0	2,3	10	25,0
2. Contans WG (s)	9	22,5	2,3	0	0,0		6	15,0	2,2	7	17,5
3. N-vápno (p)	9	22,5	1,9	0	0,0		8	20,0	4,3	11	27,5
4. Topsin M500 SC (p)	9	22,5	2,3	3	7,5	5,0	4	10,0	1,5	12	30,0
5. Polyversum (p)	5	12,5	2,4	0	0,0		2	5,0	2,0	16	40,0
6. Prometheus (p)	6	15,0	1,8	0	0,0		3	7,5	3,3	17	42,5
7. Dithane DG Neotec (p)	9	22,5	2,8	6	15,0	3,3	3	7,5	1,7	15	37,5
8. Amistar Xtra (p)	2	5,0	1,5	2	5,0	1,5	4	10,0	1,8	16	40,0
9. N-lock (p)	13	32,5	2,3	2	5,0	1,0	4	10,0	3,5	6	15,0
10. Rooter (p)	12	30,8	2,7	2	5,1	5,0	0	0,0		10	25,6
11. kontrola (j)	6	15,4	3,0	0	0,0		4	10,3	1,0	13	33,3
12. N-vápno (j)	11	28,2	2,0	2	5,1	3,0	1	2,6	1,0	16	41,0
13. Topsin M500 SC (j)	4	10,0	1,5	0	0,0		6	15,0	1,7	12	30,0
14. Polyversum (j)	5	12,5	2,6	0	0,0		2	5,0	1,5	16	40,0
15. Prometheus (j)	11	27,5	1,9	2	5,0	2,5	2	5,0	3,0	10	25,0
16. Dithane DG Neotec (j)	9	22,5	2,9	0	0,0		1	2,5	1,0	11	27,5
17. Amistar Xtra (j)	8	20,0	2,0	0	0,0		5	12,5	1,8	14	35,0
18. N-lock (j)	7	17,5	3,4	1	2,5	3,0	1	2,5	1,0	10	25,0
19. Rooter (j)	7	17,9	2,1	1	2,6	1,0	2	5,1	1,0	11	28,2
20. Topsin (p+j)	9	22,5	2,0	1	2,5	1,0	4	10,0	1,3	14	35,0
21. Rooter (p+j)	11	27,5	2,5	3	7,5	1,3	0	0,0		8	20,0
22. N-vápno (p) + Topsin (j)	8	20,0	3,3	1	2,5	1,0	4	10,0	1,3	11	27,5