



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Efekt vybraného hnojiva a pomocného rostlinného přípravku
na produkci ozimé řepky

Autor práce: Bc. Radim Paul

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo založit a vyhodnotit poloprovozní pokus. Hodnocen byl vliv 5 variant s aplikací pomocných rostlinných přípravků na výnosotvorné prvky, výnos a olejnatost semen ozimé řepky. V kontrolní variantě nebyl aplikován žádný biostimulant. Ve variantě 1 bylo ve fázi BBCH 34 aplikováno 0,5 l přípravku ExelGrow. Ve variantě 2 bylo ve fázi BBCH 39 aplikováno 5 l přípravku Talisman. Ve variantě 3 bylo ve fázích BBCH 39 a 51 aplikováno 2 l a 3 l přípravku Talisman. Ve variantě 4 bylo ve fázi BBCH 39 aplikováno 2 l přípravku Talisman, ve fázi BBCH 51 aplikováno 3 l přípravku Talisman a ve fázi BBCH 51 aplikováno 0,5 l přípravku ExelGrow. Pokus byl prováděn v hospodářském roce 2020/2021 na rodinné farmě u obce Dobkov nedaleko města Chotěboř.

Obsah živin v sušině nadzemní biomasy byl jednotlivými variantami ovlivněn pouze minimálně. Skutečný výnos semen byl ovlivněn pozitivně, přičemž nejvyššího výnosu dosáhla varianta 4 ($4,14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Olejnatost semen nebyla variantami statisticky významně ovlivněna. Nejvyšší olejnatosti dosáhla varianta 2 (42,40 %). Ze sledovaných výnosotvorných prvků byla jednotlivými variantami negativně ovlivněna hmotnost tisíce semen, nejvyšší byla u kontroly (5 g). Počet šesulí na rostlině byl naopak ovlivněn pozitivně se statisticky významným rozdílem (150 ks) ve variantě 4. Počet semen v šesuli nebyl jednotlivými variantami ovlivněn (18 – 19 ks).

Klíčová slova: řepka; biostimulant; hnojení; regulátor růstu

Abstract

The goal of this thesis was to establish and evaluate a pilot experiment. The effect of 5 variants with the application of biostimulants on yield-producing elements, yield and oiliness of winter rape seeds was evaluated. No biostimulant was applied in the control variant. In variant 1, 0.5 l of ExelGrow was applied in BBCH phase 34. In variant 2, 5 l of Talisman was applied in BBCH phase 39. In variant 3, 2 l and 3 l of Talisman were applied in BBCH stages 39 and 51. In variant 4, 2 l of Talisman was applied in BBCH phase 39, 3 l of Talisman was applied in BBCH phase 51 and 0.5 l of ExelGrow was applied in BBCH phase 51. The experiment was carried out in the 2020/2021 marketing year on a family farm near the village of Dobkov near city of Chotěboř.

The content of nutrients in the dry matter of above-ground biomass was only minimally affected by the individual variants. The actual seed yield was positively affected, with variant 4 (4.14 t*ha⁻¹) achieving the highest yield. The oil content of the seeds was not statistically significantly affected by the variants. Variant 2 reached the highest oil content (42.40 %). Of the monitored yield-generating elements, the weight of a thousand seeds was negatively affected by individual variants, the highest was in the control (5 g). On the contrary, the number of pods on the plant was positively affected with a statistically significant difference (150 pcs) in variant 4. The number of seeds in the pod was not affected by the individual variants (18 – 19 pcs).

Keywords: oilseed rape; biostimulant; fertilization; growth regulator

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval svému vedoucímu závěrečné práce panu doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za vedení a cenné rady při jejím zpracování. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu.

Obsah

Úvod.....	9
1 Literární přehled.....	10
1.1 Ozimá řepka	10
1.1.1 Využití řepky ozimé.....	10
1.2 Agrotechnická opatření	11
1.2.1 Nároky na prostředí.....	11
1.2.2 Zařazení v osevním postupu.....	11
1.2.3 Založení porostu.....	12
1.2.4 Výživa ozimé řepky	13
1.2.5 Výnosotvorné prvky	19
1.2.6 Ochrana řepky ozimé	20
1.2.7 Sklizeň.....	21
1.3 Pomocné rostlinné přípravky.....	22
1.3.1 Huminové a fulvové kyseliny	23
1.3.2 Proteinové hydrolyzáty	23
1.3.3 Výtažky z mořských řas a rostlinné extrakty	23
1.3.4 Chitosan a další biopolymery.....	24
1.3.5 Anorganické sloučeniny.....	24
1.3.6 Prospěšné houby	25
1.3.7 Prospěšné bakterie.....	25
1.4 Vliv pomocných rostlinných přípravků na rostliny.....	25
2 Cíl práce.....	29
3 Materiál a metodika.....	30
3.1 Charakteristika odrůdy Architect	30
3.2 Charakteristika pokusného pozemku v Dobkově.....	30

3.2.1	Agrochemické vlastnosti půdy	30
3.2.2	Srážkové a teplotní podmínky na lokalitě Dobkov	30
3.3	Metodika pokusu	31
3.4	Použitá hnojiva	32
3.4.1	AMOFOS 12/52	32
3.4.2	LAV 27	33
3.4.3	DASA 26/13	33
3.5	Použité pomocné rostlinné přípravky	33
3.5.1	Talisman	33
3.5.2	ExelGrow	33
3.6	Použité analytické metody	34
3.6.1	Fenologické pozorování	34
3.6.2	Stanovení obsahu živin v rostlinné biomase	34
3.6.3	Skutečný výnos semen	34
3.6.4	Stanovení olejnatosti semen	34
3.6.5	Stanovení HTS	34
3.6.6	Stanovení počtu šesulí na rostlině	34
3.6.7	Stanovení počtu semen v šesuli	34
3.7	Použité statistické metody	35
4	Výsledky a diskuse	36
4.1	Fenologické pozorování	36
4.2	Obsah živin v rostlinné biomase	36
4.3	Výnos semen	38
4.4	Olejnatost semen	39
4.5	Hmotnost tisíce semen	41
4.6	Počet šesulí na rostlině	42
4.7	Počet semen v šesuli	43

5	Závěr	45
	Seznam použité literatury.....	47
	Seznam grafů.....	53
	Seznam tabulek	54
	Přílohy	55

Úvod

Řepka olejka (*Brassica napus L. var. napus*) se vyskytuje ve dvou formách – jarní a ozimé. V České republice je pěstována na ploše okolo 350 tisíc hektarů. Zemědělcům zajišťuje velmi dobrou rentabilitu a velmi se hodí do osevních postupů, kde působí jako přerušovač obilných sledů. Zanechává po sobě půdu v dobrém strukturním stavu a také zajišťuje téměř celoroční pokrývnost půdy, čímž brání erozi. Působí antifytopatogenně a její posklizňové zbytky se jako organická hmota vrací do půdy. Vzhledem k cílům Evropské Unie založených na zelené politice se hledají cesty, jak i přes plánované snížení vstupů minerálních hnojiv a přípravků na ochranu rostlin udržet, pokud možno přírodní cestou, vysokou úroveň produkce. Jedním z velmi nadějných směrů je využití pomocných rostlinných přípravků neboli biostimulátorů.

Tyto látky lze rozdělit do několika kategorií. Jedná se o huminové a fulvové kyseliny, proteinové hydrolyzáty, chitosany a další biopolymery, anorganické sloučeniny, prospěšné houby, prospěšné bakterie, výtažky z mořských řas a rostlinné extrakty. Již starověké civilizace využívaly mořské řasy jako hnojivo, které s úspěchem aplikovaly do půdy. V zemědělství se využitelné extrakty z těchto organismů objevily asi před 90 lety. Jedná se o směs mikroživin, makroživin a biostimulačních látek, které svými účinky přispívají ke zdraví a růstu rostlin.

V četných studiích působí tyto látky na zvýšení tolerance vůči biotickým i abiotickým stresům a zvyšují výnos i kvalitu zahradních i zemědělských komodit. To je způsobeno přímým i nepřímým ovlivněním metabolismu rostlin a ovlivněním exprese obrovského počtu genů, které odpovídají za příjem živin, antioxidační aktivitu, zvýšení obsahu chlorofylu, tvorbu obranných enzymů či regulaci proteinových transkriptů reagujících na dehydrataci. Tyto rozsáhlé účinky na rostlinu by mohly v pokusu ovlivnit výnosové a kvalitativní parametry ozimé řepky, a tím napomoci rozšíření aplikace biostimulantů v praxi.

1 Literární přehled

1.1 Ozimá řepka

Řepka olejka (*Brassica napus* L. var. *napus*) patří do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Jedná se o rostlinu s původním výskytem ve středomoří. Vznikla zde křížením brukve řepice (*Brassica campestris*) a brukve zelné (*Brassica oleracea*). Jedná se o dvouděložnou rostlinu s kulovým kořenem a hroznovitým květenstvím. Je to fakultativně cizosprašná rostlina, jejímž plodem je šešule. Ve střední a západní Evropě dominuje ozimá varianta, převaha jarní formy se nachází v Kanadě, Indii a Číně (Baranyk a kol., 2007).

1.1.1 Využití řepky ozimé

Řepka má mnohostranné využití. Díky tomu je v posledních letech její výkupní cena ekonomicky zajímavá. Uplatnění nachází ve čtyřech stěžejních segmentech (Baranyk a kol., 2007). Těmi je:

Potravinářství

Současné „00“ odrůdy vynikají vysokou kvalitou a vhodností jak pro studenou kuchyni – vyšší podíl kyseliny linolové a zvláště alfa-linolenové, tak pro tepelné zpracování – vyšší podíl kyseliny olejové. Má vysoký obsah nenasycených mastných kyselin a nízký obsah nasycených. Kvalitně zpracovaný olej má mít neutrální vůni i chuť (Eagri.cz, 2022).

Krmivářství

Výlisky, extrahované šroty, případně drcená semena jsou v krmných směsích významným zdrojem bílkovin. Výše zmíněné „00“ odrůdy mají snížený obsah antinutričních látek – glukosinolátů, proto lze jimi do jisté míry nahrazovat šroty sójové. K tomu přispěl i požadavek českých mlékáren na produkci non-GMO mléka. Tradičně využívaná GMO sója byla nahrazena v krmných dávkách právě řepkou, která je levnější náhradou non-GMO sóji (Baranyk a kol., 2010).

Oleochemie

Pro oleochemii je řepkový olej surovinou pro výrobu mastných kyselin, glycerolu a esterů mastných kyselin (Baranyk a kol., 2007).

Energetické využití řepky

Řepkový olej slouží jako obnovitelný zdroj energie. Chemickou reakcí s metanolem se získává metylester řepkového oleje (MEŘO), který je přimícháván

do motorové nafty. To má příznivé emisní složení. Neobsahuje síru a polycyklické aromatické uhlovodíky. Nevýhodou je nárůst ve spotřebě, agresivita vůči běžným plastům a také se do něho musí přidávat depresanty, které zabrání tuhnutí při chladných podmínkách. Ze situační výhledové zprávy olejnin (2020) vyplývá, že v roce 2020 bylo na výrobu MEŘO použito 424 tis. tun, to bylo 34 % celkové produkce řepkového semene v ČR. Řepkový olej lze využívat i samostatně jako palivo. Je k tomu zapotřebí buďto adaptační zařízení, které upraví vstupní teplotu a tím i viskozitu oleje, nebo konstrukčně upravený motor (např. Elsbettův duotermální motor). Energetickým zdrojem může být také řepková sláma (Baranyk a kol., 2010).

1.2 Agrotechnická opatření

1.2.1 Nároky na prostředí

Pro nároky na prostředí existují dva limitující faktory. Jedním je dostatek vláhy v letním období pro založení porostu a druhým je vhodný průběh počasí v zimním období, který umožní přezimování. Ideální podmínky lze proto nalézt v přímořských oblastech Atlantického oceánu, Severního nebo Baltského moře a v povodí velkých západoevropských řek. Řepka je rovněž vděčna za hluboké činné půdy v dobrém strukturním stavu s vysokou vodní kapacitou a neutrální až slabě alkalickou reakcí. Řepka je rostlinou relativně suchovzdornou, náročnou na srážky v období po zasetí a v době tvorby semen. Teplota a úhrn srážek spolu s genetickým základem odrůdy mají rozhodující vliv na množství a kvalitu oleje (Baranyk a kol., 2010). Dle Zukalové a kol. (2007) má komplex agrotechnických opatření na obsah oleje pouze minimální vliv.

1.2.2 Zařazení v osevním postupu

Jedná se o zlepšující plodinu, která dobře přerušuje obilné sledy. Má vynikající osvojovací schopnost pro hůře dostupné živiny, které spolu s podstatnou částí aplikovaných hnojiv vrací po sklizni do půdy. Dobře půdu odpleveluje a napomáhá v ní udržet vyrovnanou bilanci organické hmoty. Nejčastější předplodinou jsou u nás ozimé obilniny. Podle vhodnosti je na prvním místě ozimý ječmen, po něm ozimá pšenice, tritikale a nejméně vhodné je ozimé žito. Nevhodnou předplodinou je ječmen jarní, jehož výdrol je silně agresivní. V osevním postupu by řepka neměla zastupovat více než 12 % orné půdy a měla by se po sobě pěstovat nejdříve po 4–6 letech (Diviš a kol., 2010). V praxi bohužel dochází k daleko vyššímu zastoupení v osevním postupu (20–33 %), to je způsobeno zejména dobrou rentabilitou pěstování.

I přes dobrou předplodinovou hodnotu řepky v takových případech převažují fytopatologické problémy.

1.2.3 Založení porostu

Nejdůležitějším parametrem při zakládání porostu řepky ozimé je dodržení agrotechnického termínu výsevu – ideálně do poslední dekády měsíce srpna. Takový termín setí by měl zaručit na konci vegetativní fáze 6 – 8 listů a tloušťku kořenového krčku 8 – 10 mm. Cílem přípravy půdy a založení porostu je redukce výdrolu a vytvoření seťového lůžka s dobrou kapilaritou a malou hrudovitostí. V oblastech vhodných pro pěstování této plodiny byla farmáři preferována orba. Ta zajistí hlubší zpracování půdy, což je pro tuto plodinu vhodné. V posledních letech se však zejména z důvodu nedostatku srážek přechází na minimalizační zpracování půdy a podrývání, které lépe hospodaří s půdní vláhou, šetří čas a náklady na založení porostu (Baranyk a kol., 2010). Obecně se v minimalizaci používá různá hloubka kypření, nebo se jedná o specializované technologie, jako přímé setí (no-till), setí do hrůbků (ridge-till) či zpracování v úzkých pásech (strip-till). Tyto technologie vyžadují navigační zařízení s vysokou přesností (Křen a kol., 2015).

Základní operace přípravy půdy po orbě na setí, jako smykování, vláčení, kypření, či válení se v dnešní době čím dál více nahrazují použitím kompaktoru. Ten kombinuje několik pasivních pracovních orgánů, šetří čas, počet přejezdů a dosahuje lepších výsledků (Křen a kol., 2015). Pro setí jsou nejrozšířenější kombinované secí stroje, tzv. secí kombinace. Ty v sobě slučují přípravu půdy pomocí častěji pasivního (talíře nebo radličky), či aktivního (rotační nebo vibrační brány) nářadí. Zpětně utužují a urovnávají půdu pomocí válce, aplikují minerální hnojiva a vlastní výsev osiva. Nejrozšířenější je použití pneumatického výsevního ústrojí v kombinaci s dvoukotoučovými secími botkami. Ozimá řepka se vysévá nejběžněji s roztečí řádků 12,5-25 cm, přičemž v poslední době se rozvíjí pásové zpracování s roztečí 30 cm (Horsch, 2015). Hloubka setí se pohybuje mezi 1-3 cm, osivo je dodáváno v baleních obsahujících výsevní jednotky. Výsevní jednotka u hybridů činí 500 tisíc a u linií 700 tisíc klíčivých semen. HTS řepky je asi 4-6 g a obvyklý výsevek tak činí 1,5-4 kg. Cílem je vyset 25-60 semen na 1 m² – spodní hranice hybridní odrůdy, horní hranice liniové odrůdy (Zimolka a kol., 2012).

Vzhledem k tlaku na ekologizaci produkce a úbytku účinných látek se u řepky v posledních letech zkouší využití tzv. pomocných plodin. Jedná se o využití širší

meziřádkové vzdálenosti, přičemž meziřádky jsou osety pomocnou plodinou (luskoviny, směsky). Smyslem této technologie je úspora přípravků na ochranu rostlin pro ošetření plevelů, protože pomocná plodina potlačuje vznik plevelů a brání erozi. Benefitem je fixace vzdušného dusíku luskovinou a jeho uvolnění pro řepku po rozkladu luskoviny (likvidace plečkou, vymrznutím nebo po chemické likvidaci). Z Výsledků Branta a kol. (2020) vyplývá, že tato technologie nesnižuje výnosy a přináší uvedené výhody.

1.2.4 Výživa ozimé řepky

Tabulka č. 1 uvádí odběrový normativ makro a mikro prvků na tvorbu jedné tuny semene a odpovídajícího množství biomasy řepky ozimé. Je z ní patrné, že potřeba živin je dvou až třinásobně větší než u obilnin. Hnojení je tak bezesporu velmi důležitý faktor výnosu, a tedy i ekonomiky pěstování (Baranyk a kol., 2010).

Tabulka č. 1: Odběrový normativ živin na výnos 1 t semene řepky a odpovídající množství slámy (Balík a kol., 2007)

kg*t ⁻¹					
N	P	K	Ca	Mg	S
52-59	11-18	40-50	30-38	4-6	12-16
g*t ⁻¹					
Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
140-170	60-80	60-100	18-25	2-6	75-110

Řepka je ve spotřebě živin velmi náročnou plodinou. Dle tabulky č. 2 je však zjevné, že značnou část odebraných živin zanechává v posklizňových zbytcích na poli (Balík a kol., 2007).

Tabulka č. 2: Návratnost živin do půdy posklizňovými zbytky včetně opadu listů (Balík a kol., 2007)

Návratnost živin v %					
N	P	K	Ca	Mg	S
30-45	20-45	75-88	83-88	45-55	70-78
Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
50-70	40-60	45-60	80-85	80-90	75-85

1.2.4.1 Organické hnojení

Řepka dobře využívá organická hnojiva. Může jimi být chlévský hnůj, kejda nebo digestát. Chlévský hnůj může být aplikován k předplodině nebo přímo před řepku, čímž se stává plodinou první tratě. Vzhledem k pracovním špičkám je jednodušší zvolit první variantu. Při obvyklé dávce 30-35 tun na hektar dodáváme

do půdy asi 150 kg N, 33 kg P a 174 kg K. V prvním roce po aplikaci se uvolní asi polovina dusíku (Klír a kol., 2008).

Přímo před řepku se častěji využívá kejda, a to jak skotu, prasat, tak i drůbeže. Kejdu lze aplikovat různě. Lze ji aplikovat na strniště předplodiny a následně zapravit, nebo s ní lze přihnojit porost ve fázi 4. až 6. pravého listu v dávce okolo 10 t*ha⁻¹ a rovněž ji lze aplikovat na jaře při první nebo druhé regenerační dávce v množství asi 20 t*ha⁻¹. Dávka se určuje rozbořem kejdy a potřebou dusíku v daném období (Baranyk a kol., 2010).

Tabulka č. 3: Průměrný přívod živin do půdy ve statkových hnojivech živočišného původu (Klír a kol., 2008)

Statkové hnojivo	Sušina (%)	Organické látky (%)	N	P	K	Mg	Ca	S
			kg*t ⁻¹ statkového hnojiva					
Hněj skotu	23	17	5	1,4	5,9	0,9	3,2	1
Močůvka skotu	2,4	2	2,5	0,1	4,4	0,2	0,2	0,1
Kejda skotu	7,8	6	3,2	0,7	4	0,4	1,4	0,4
Kejda prasat	6,8	5,3	5	1,3	1,9	0,4	2,4	0,4
Kejda drůbeže	11,8	8,1	9,6	2,8	3,2	0,6	9,5	0,8
Suchý drůbeží trus	50	35	28	15,5	18,1	2,7	28,6	4

Nelze vynechat ani digestát a jeho složky separát a fugát, které vznikají v bioplynových stanicích. Tato organominerální hnojiva mají výrazně proměnlivé složení. Digestát bývá charakterizován jako organické hnojivo, které vzniklo anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Vyrábí se výhradně ze statkových hnojiv, objemných krmiv a musí obsahovat minimálně 25 % spalitelných organických látek a minimálně 0,6 % N v sušině (Richter a Hřivna, 2014). Digestát může obsahovat oproti kejdě až o 30 % více amonného dusíku a k řepce ho lze aplikovat v dávkách okolo 30 t*ha⁻¹ jak předset'ově, tak i regeneračně. Lepšího využití je však podobně jako u kejdy dosaženo injektážním zapravením do půdy (Vaněk a kol., 2016).

Tabulka č. 4: Průměrné složení digestátu (Klír a kol., 2008)

Průměrné složení digestátu (%)			
Druh diges.	Diges. kuk.	Separát	Fugát
Sušina	4,0 – 9,7	22,6	5,6
N celkový	0,3 – 0,6	0,68	0,48
N – NH ₄	0,22 – 0,27	0,26	0,27
P	0,03 – 0,11	0,20	0,065
K	0,2 – 0,4	0,37	0,30
Ca	0,07 – 0,17	–	–
Mg	0,02 – 0,1	–	–
S	0,01 – 0,02	–	–

1.2.4.2 Úprava půdního pH

Spolu s úpravou pH dochází zároveň ke hnojení vápníkem. Tuto aplikaci provádíme většinou jednou za osevní postup. Nejlépe je aplikovat vápenatá hnojiva k přímé předplodině, díky čemuž dojde k zapravení do celého orničního profilu. Používáme hnojiva v uhličitanové formě, a kde chybí hořčík, využijeme dolomitický vápenec. Půdní pH by se u řepky mělo pohybovat mezi 6,0 - 7,2. Jiné, než optimální pH se pojí s horším příjmem živin (Richter a kol., 2005).

Vápník v rostlinách stabilizuje buněčné stěny a má značný vliv na tvorbu a růst kořenů, zvláště pak kořenového vlášení. Dále pak zvyšuje odolnost rostlin proti nepříznivým vlivům. Nedostatek se projevuje poruchami růstu rostlinného vrcholu, jeho lámáním a sníženou tvorbou kořenů (Vaněk a kol., 2016).

1.2.4.3 Fosfor

Podobně jako u hnojení vápníkem by se i hnojení fosforem mělo řešit systematicky v rámci osevního postupu. Cílem by mělo být udržet jeho zásobu na dobré úrovni. Hnojení fosforem vychází z bilanční metody, kde se podle plánovaného výnosu a potřeby na tunu produkce určí potřebná dávka živiny. Ta je navýšena v případě vyhovujícího obsahu o 25 % a v případě nízké zásoby o 50 %. V případě vysoké a velmi vysoké zásoby může být hnojení vynecháno (Černý a kol., 2015). Fosforečná hnojiva je vhodné na pozemky aplikovat před, anebo spolu s organickými hnojivy. Nejčastěji se využívají různé druhy superfosfátů (Vaněk a kol., 2016).

Fosfor má důležitou úlohu v biochemických procesech a přenosech energií. Rostlina ho přijímá aktivně jako aniont kyseliny trihydrogen fosforečné z půdního roztoku. Při jeho dostatku vzniká dostatečné množství květů a semen a celý generativní růst je rychlejší. Při jeho nedostatku se narušuje průběh fotosyntézy. Projevem

nedostatku může být purpurové zbarvení listů. Kritické období z pohledu nedostatku fosforu přichází na počátku růstu, kdy je vyčerpána zásoba fosforu ze semene a rostlina ještě nemá dostatečně vyvinutý kořenový systém, aby si ho mohla osvojit z půdy. Z tohoto důvodu se na půdách s nízkou zásobou fosforu využívá aplikace pod patu (Vaněk a kol., 2016).

1.2.4.4 Draslík

Stejně jako u vápníku nebo fosforu se hnojení draslíkem má řídit systematicky v rámci osevního sledu v návaznosti na agrochemický rozbor půdy. Cílem je udržet dobrý obsah přístupných živin (Vaněk a kol., 2016).

Význam draslíku spočívá v jeho pohyblivosti v rostlině, tím je umožněn transport i dalších látek, a to především do kořenů. Má vliv na příjem vody, následný průchod z parenchymatických buněk do xylému a působí při otevírání a zavírání průduchů. Při dostatku draslíku jsou pletiva pevnější a rostlina je mrazuvzdornější. Při nedostatku jsou analogicky rostliny více postiženy mrazem, hůře regenerují a je zde i vyšší výskyt houbových chorob (Baranyk a kol., 2007).

1.2.4.5 Hořčík

U hnojení hořčíkem zohledňujeme půdní vlastnosti, zejména riziko jeho vyplavení a obsah Mg v půdě. Využívají se pomalu rozpustná uhličitanová hnojiva, jakým je dolomit, či v případě přihnojení v průběhu vegetace dusíkatá hnojiva s hořčíkem, kterým je například Magnisul (Vaněk a kol., 2016).

Hořčík je až z pětiny poután ve chlorofylu, kde je základním kamenem jeho struktury. Dále ho nalezneme ve fyтину nebo oxalátu. Při bujně narostlé řepkové biomase může zbývat málo hořčíku na fyziologické pochody. Hořčík je důležitý jako aktivátor enzymu RuBisCo, utváří a aktivuje ATP v chloroplastech nebo napomáhá syntéze aminokyselin, potažmo bílkovin (Černý a kol., 2016).

1.2.4.6 Síra

Na výživu sírou je řepka náročná, odběrový normativ je přibližně 20 kg S na tunu semene. Dokáže si ji však dobře uvolňovat i z méně mobilních forem v půdě – z organické nebo i chemicky sorbovanou síru (např. CaSO₄). Ačkoli se doporučuje aplikovat síru předseťově pomocí síranu amonného nebo hnojiva DASA, či v případě projevu nedostatku na podzim pomocí kieseritu nebo hořké soli, je nejdůležitější aplikovat síru brzy na jaře. V té době je jak deficit, tak potřeba síry pro rostlinu

největší. Nejčastěji se volí hnojivo DASA, smyslem je aplikovat asi 30–40 kg*ha⁻¹ S (Vaněk a kol., 2016).

Hlavní význam má síra při syntéze sírných aminokyselin (cystin, metionin a cystein), ze kterých následně vznikají bílkoviny. Dále tu je podpora vzniku glykosidů, které mají fyto-sanitární účinek. Síra pomáhá stabilizovat obsah oleje v semeni a zvyšuje využití dusíku. V případě nedostatku této živiny dochází ke kumulaci nitrátů ve vakuolách a mladé listy žloutnou. To je způsobeno nízkou mobilitou síry v rostlině (Baranyk a kol., 2007).

1.2.4.7 Bór

Bór je rostlinou přijímán jako H₃BO₄. Touto živinou hrozí přehnojení, které následně působí toxicky. Doporučený obsah v půdě je uváděn do 2 mg*kg⁻¹ (Kováčik a Galliková, 2010). V praxi je běžná dělená mimokořenová aplikace společně s hnojivem DAM 390. Lze aplikovat na podzim a následně na jaře. Celková dávka by měla činit 400–500 g*ha⁻¹ B (Vaněk a kol., 2016).

Tato živina ovlivňuje především tvorbu, transport i ukládání energetických látek a podílí se na stavbě i stabilitě buněčných stěn. Působí v syntéze cytokininu a zvyšuje hladinu auxinu. Z nedostatku bóru proto vyplývá zpomalení růstu kořenové špičky i vegetačního vrcholu, stonek je silný a praská, listy jsou malé a silné. To vše má za následek horší kvalitu produkce či snížení výnosu. Projev nedostatku se umocňuje nedostatkem vápníku. Bór je lépe přijímán při dobré zásobě draslíkem (Baranyk a kol., 2007).

1.2.4.8 Dusík

Dle Vaňka a kol. (2016) je dusík jednou z nejvýznamnějších živin, u které, stejně jako jiné autoři, pracují s několika aplikačními termíny. V rostlinách ho nalézáme v nukleotidech, bílkovinách, chlorofylu i jinde. Jeho nedostatek vede ke snížení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, to má za následek omezení růstu a tvorby všech základních orgánů rostlin. Opadávají květní pupeny, redukuje se počet šesulí na větví a podobně. Rostliny jsou malé a bledé. Naopak při nadbytku jsou rostliny sytě zelené, robustní, později započínají generativní fázi růstu a prodlužuje se období dozrávání. U řepky navíc rostliny s nadbytkem N hůře přezimují, nevyrovnaně kvetou a dozrávají, snižuje se obsah oleje v semeni a husté porosty jsou náchylnější k houbovým chorobám. Dusík je přijímán jako dusičnanový aniont nebo amonný

kationt. Většina dusíku (až 80 %) je rostlinou přijmata v období regenerace a dlouhivého růstu. Toho se pak využívá v plánování výživy. Dávka dusíku se určuje na základě několika informací. Jsou jimi předplodinová hodnota, obsah minerálního dusíku v půdě (N_{\min}), organické hnojení a stanoviště.

Podzimní aplikace dusíku

Předset'ové hnojení

Tato dávka se aplikuje v případě, že nebylo aplikováno organické hnojivo, lokalita se nachází ve vyšších polohách bramborářské oblasti s chudými půdami, předplodinou byly 2 obilniny nebo vyséváme po agrotechnickém termínu. Dusík se rovněž aplikuje na vyrovnání poměru C:N k zapravované slámě. Zpracování půdy má vliv na množství minerálního dusíku v půdě. Po časně orbě můžeme v půdě nalézt o 20-40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N více než při technologii minimalizační. Dávka dusíku by při předset'ové aplikaci neměla překročit 30 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Využít se dají NPK hnojiva, ledky či močovina s inhibitory (Vaněk a kol., 2016).

Hnojení v průběhu podzimní vegetace

Slabé porosty lze přihnojit v průběhu září nebo října dávkou okolo 30 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N, to samé platí, jestliže nebyl dusík aplikován předset'ově. Využijeme k tomu častěji hnojiva s ledkovou formou dusíku (LAV, LAD, LV, DAM 390 aj.). Při takové dávce hrozí minimální riziko vyplavení dusíku. Do konce podzimu jsou silné porosty schopny odčerpat až 80 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dusíku. Dalším smyslem využití této dávky může být podpora kořenové soustavy, kdy dle Bečky a kol. (2013) při nízkých teplotách ustává růst nadzemní biomasy, ale pokračuje růst kořenů. Bohatě rozvinutý kořenový systém totiž velmi dobře koreluje s vysokými výnosy řepky nad 4 tuny. K této aplikaci jsou nejvhodnější hnojiva s amonnou či amidickou formou dusíku, které navíc obsahují inhibitory ureázy nebo nitrifikace (Alzon a UreaStabil). Ty pokryjí potřebu dusíku i v případě dlouhého podzimu (Baranyk a kol., 2010).

Jarní přihnojování dusíkem

Z hlediska výnosu se jedná o rozhodující aplikace. Navíc řepka patří mezi plodiny požadující včasnou aplikaci regenerační dávky, protože kořeny regenerují již při teplotě +2 °C. Pod řepkovými porosty je z jara i zpravidla nízký obsah minerálního dusíku v ornici a pro dobrý výnos potřebuje rostlina v jarních fázích růstu vysoký

obsah dusíku v biomase. Současné odrůdy dobře reagují na dávky dělené do několika dílčích a mají svá specifika, která je účelné respektovat (Vaněk a kol., 2016).

Regenerační dávka

Baranyk a kol. (2007) doporučují regenerační dávku dusíku v množství 60 – 100 kg*ha⁻¹. Černý a kol. (2014) vztahují dávku k množství N_{min} v půdě. Při obsahu v rozmezí 28-30 mg*kg⁻¹ zeminy doporučují aplikovat 60 kg*ha⁻¹ N, naopak při N_{min} pod 10 mg*kg⁻¹ lze volit vyšší hranici. Vzhledem k termínu hnojení, konec února – začátek března, a tím pádem hrozbě návratu zimy, je účelné dávku rozdělit s časovým rozestupem asi 2 týdnů. Při pozdním začátku jara lze na těžkých půdách aplikovat dávku celou. První dávka se doporučuje v rozmezí 30-40 kg*ha⁻¹ a druhá mezi 30 – 60 kg*ha⁻¹ N. Vhodné je použít hnojivo, která kombinují amonnou a nitrátovou formu dusíku (DASA, LAV, LAD, aj.), navíc mohou obsahovat i hořčík či síru (Baranyk a kol., 2007).

První produkční hnojení

V době asi 2 až 3 týdny po druhé regenerační dávce, tedy v období těsně před začátkem prodlužovací fáze, se doporučuje aplikovat další dávku dusíku. Nejčastěji se volí hnojivo DAM 390, které se dobře kombinuje s přípravky na ochranu rostlin (POR). V kombinaci s insekticidem se pak termín dávky volí dle potřeby insekticidního zásahu. Hraniční dávkou je přibližně 150 l*ha⁻¹, nad tuto dávku hrozí popálení rostlin. Dávka dusíku se pohybuje mezi 60–100 kg*ha⁻¹ (Vaněk a kol., 2016).

Druhé produkční hnojení

Neboli také hnojení ve fázi žlutých poupat, má své opodstatnění na lehkých a chudých půdách, kde hrozí deficiencie dusíku ve fázi květu a zelených šesulí. Velmi nadějně porosty lze rovněž přihnojit dávkou v rozmezí 20-40 kg*ha⁻¹ N. Využití zde opět nalezne hnojivo DAM 390. Vyvarovat bychom se měli aplikaci za intenzivního slunečního záření, abychom redukovali možnost popálení rostlin (Baranyk a kol., 2010).

1.2.5 Výnosotvorné prvky

U řepky rozlišujeme výnos biologický a hospodářský. Biologický výnos je vyjádřen sušinou nadzemní a podzemní části rostliny. Hospodářským výnosem se rozumí produkt, jímž je semeno s obsahem oleje 40-50 %.

Mezi výnosotvorné prvky řadíme hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m² a počet šesulí na jednu rostlinu. Z pohledu výnosové schopnosti porostu je rozhodujícím faktorem počet vytvořených semen na 1 m². To vyplývá z počtu šesulí na 1 m², počtu semen v šesuli a jejich HTS. Počet šesulí na 1 m² je podmíněn počtem šesulí na jedné rostlině a počtem rostlin na 1 m². Důležitým faktorem v úrovni výnosotvorných prvků je genotyp odrůdy. Do pozorovatelného fenotypu ovšem značnou měrou promlouvá vliv ročníku, ekologické podmínky, agrotechnika, konkurenční vztahy a organizace porostu. V konečném výsledku jsou výnosotvorné prvky limitovány výživou, světelnými podmínkami a reakcí odrůd na faktory redukující výnos. U řepky se sklízí semena z plodů, díky tomu tato rostlina dokáže výrazně kompenzovat jednotlivé výnosotvorné prvky. V posledních letech se poukazuje na nižší hustotu výsevu a větší větvení rostlin (Baranyk a kol., 2010).

Tabulka č. 5: Parametry charakterizující výnosovou schopnost ozimé řepky (Baranyk a kol., 2007)

Parametr	Požadavek (ks)	Skutečnost (ks)
Počet rostlin na 1 m ²	50	40-80
Hmotnost 1000 semen – HTS (g)	5	4,5-5
Počet větví 1. řádu na rostlině	8	6-8
Počet semen v šesuli	20	10-20
Počet šesulí na 1 rostlině	150	80-100
Počet šesulí na 1 m ²	7 500	4 000-5 000
Počet semen na 1 rostlině	3 000	1 350-1 500
Počet semen na 1 m ²	150 000	70 000
Výnosový potenciál (t*ha ⁻¹)	7,5	2,7-4

V praxi se od ideálu odchyľují všechny výnosotvorné prvky, nejvíce je to patrné na počtu šesulí na rostlině a na počtu semen v šesuli. Nejméně se liší HTS. K nejvýznamnější redukci výnosotvorných prvků dochází v zimním a předjarním období. Snižuje se počet rostlin a dochází k poškození vzrostného vrcholu nízkými teplotami či mechanickým okusem, čímž se narušuje apikální dominance a tím se ztrácí významný podíl hlavního květenství. Dalším podstatným redukčním vlivem jsou živočišní škůdci a houbové choroby (Zimolka a kol., 2012).

1.2.6 Ochrana řepky ozimé

Tato plodina patří z pohledu ochrany mezi ty náročnější. Velmi důležité je zvládnutí herbicidních zásahů. Nejlépe je použít tyto přípravky buď předset'ově, preemergentně či časně postemergentně. V pozdějších fázích růstu jsou plevelé s pomocí POR těžce regulovatelné. Jelikož je často předplodinou obilnina, tak se nevyhneme aplikaci graminicidů, které působí proti jednoděložným plevelům (Vaculík, 2018). Pomocným

řešením je provedení podmínky a následného zpracování půdy se vzejitým výdrollem. Řešení problematiky plevelů by se měla týkat celého osevního postupu a neměla by se soustředit na nárazové řešení u jedné plodiny. Situaci nepříspívají úzké osevní postupy, ve kterých se nedodržují doporučené odstup y pěstovaných plodin (Zimolka a kol., 2012).

Taková situace přispívá rovněž k rozvoji chorob a škůdců. Preventivním opatřením k potlačení by mělo být důkladné zapravení posklizňových zbytků, využívání odrůd s vyšší odolností, dodržovat dostatečný odstup v osevním postupu a dodržovat rajonizaci plodiny. V současné době řada těchto preventivních mechanismů selhává a je tak nutné využívat fungicidy a insekticidy. Ochranu je nutné zabezpečit po celou dobu vegetačního období. Na podzim se využívá fungicid s azoly, který má i morforegulační účinky. Tím lze úspěšně potlačit fómovou hnilobu brukvovitých, fomové černání stonku řepky nebo verticiliové vadnutí. Toto opatření se někdy opakuje na jaře a po něm následuje fungicidní zásah v období těsně před květem nebo v květu proti hlízence obecné, která způsobuje tzv. bílou hnilobu řepky. Po zákazu neonicotinoidního mořidla a účinné látky chlorpyrifos se velmi akutně řeší již podzimní ochrana porostu před škůdci, jako je dřepčík olejkový, osenice, západníček polní nebo mšice broskvoňová, přičemž se musí využívat kontaktní insekticidy s účinnou látkou indoxacarb a pyretroidy (Bittner, 2021). Ochrana proti škůdcům pokračuje v jarním období bojem proti krytonoscům, blýskáčku řepkovému či bejlomorci kapustové. V teplejších oblastech dochází i více náletovým vlnám a je tak za potřeby porost ošetřit i čtyřikrát. Ošetření je nutné přizpůsobit povětrnostním podmínkám a sledováním dosažení prahu škodlivosti jednotlivých škůdců (Bečka a kol., 2007).

1.2.7 Sklizeň

Určení zralosti je vždy kompromisem. Semena by měla být tmavá a jednotně vybarvená, vlhkost by měla být do 12 % a podíl semen se zelenými dělohami by měl být pod 5 %. Lodyha by měla být v horní a střední části hnědá nebo hnědošedá, suchá a lámavá. Ve spodní části by měly být u zdravého porostu lodyhy světle zelené. Zvolením předčasného nebo pozdního termínu dochází k nejvyšším ztrátám. Při předčasné sklizni jsou na spodních patrech nevyzrálé zelené šešule, které nejdou dokonale vymlátit. Naopak při opožděné sklizni dochází k otevírání šešulí, semena porůstají a tvoří se plísně (Bečka a kol., 2007).

Sklizeň se provádí pomocí klasické sklízecí mlátičky s drobnými úpravami. Nastavení se v dnešní době provádí palubním počítačem, zadá se požadovaná plodina a tím dojde k úpravě jednotlivých segmentů. Během začátku samotného sklizení je ještě třeba doladit jednotlivá nastavení. Mezi možnosti nastavení patří mezera a otáčky mlátícího bubnu, mezera na sítěch a otáčky ventilátoru. Dále se upravuje žací adaptér, a to prodloužením válu a aktivními děliči. Většina řepkové slámy se již dále nezpracovává a rozdrčená se zaorává (Bečka a kol., 2007).

Pokud sklizená semena nesplňují výkupní požadavky je nutno bezprostředně po sklizni zabezpečit vlhkost do 8 %, v případě vlastnění čisticí technologie i požadovanou čistotu do 2 % (Baranyk a kol., 2010).

1.3 Pomocné rostlinné přípravky

V literatuře lze tyto přípravky nalézt pod pojmem biostimulátory. Stávají se dnes častou součástí systému pěstování zemědělských plodin. První zmínky o využití biostimulátorů pochází nejspíše z roku 1933, kdy prof. Filatov navrhl, že biologické materiály různého původu mohou mít vliv na metabolické a energetické procesy u lidí, zvířat i rostlin, které byli vystaveny stresu (Filatov, 1944). V zákoně o hnojivech, pomocných půdních látkách, rostlinných biostimulantech, substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd č. 156/1998 Sb. jsou pomocné rostlinné přípravky vymezeny pojmem látka, která neobsahuje účinné množství živin, avšak jinak příznivě ovlivňuje vývoj kulturních rostlin nebo kvalitu rostlinných produktů. Z nařízení evropského parlamentu a rady EU 2019/1009 vyplývá definice biostimulantů jako hnojivého výrobku, jehož funkcí je stimulovat vyživovací procesy rostliny nezávisle na obsahu živin výrobku, přičemž jediným účelem je zlepšení jedné nebo více z následujících charakteristik rostliny či její rhizosféry – efektivita využívání živin, tolerance vůči abiotickému stresu, kvalitativní znaky nebo dostupnost živin vázaných v půdě či rhizosféře. V tomto nařízení je možné nalézt i mezní hodnoty kontaminujících látek.

Du Jardin (2015) či Halpern a kol. (2015) rozdělují biostimulanty do následujících kategorií: huminové a fulvové kyseliny, proteinové hydrolyzáty a jiné sloučeniny obsahující dusík, výtažky z mořských řas a rostlinné extrakty, chitosan a další biopolymery, anorganické sloučeniny, prospěšné houby, prospěšné bakterie.

Dle Posmyka a Szafránské (2016) by biostimulanty měly být bezpečné a neškodné pro životní prostředí, přírodního původu, anebo jednoduše syntetizovatelné, účinně

a jednoduše přijatelné pro rostlinu a rozpustné v různých rozpouštědlech. Měly by přispívat k odolnosti vůči nepříznivým podmínkám a měly by být cenově dostupné.

1.3.1 Huminové a fulvové kyseliny

Jedná se o přirozenou organickou půdní složku, která tvoří klíčovou část suchozemského ekosystému. Tato specifická část půdního humusu vzniká rozkladem rostlinných, živočišných a mikrobiálních zbytků za metabolické aktivity půdních mikrobů v interakci s kořeny rostlin. Chemicky je jejich podstata založena na heterogenních sloučeninách, díky kterým je lze kategorizovat dle molekulové hmotnosti a rozpustnosti na huminy, huminové kyseliny a fulvokyseliny. Různorodý původní materiál, procesy utváření a jejich stáří vedou ke vzniku nekonzistentního a velmi složitého systému látek, ze kterého vyplývá i rozličné působení na rostliny. Výsledky působení jsou sice nekonzistentní, ale globálně převládá pozitivní efekt na růst rostlin (Rose a kol., 2014).

1.3.2 Proteinové hydrolyzáty

Směsi aminokyselin a peptidů se získávají chemickou a enzymatickou hydrolyzou proteinů, které pochází z vedlejších produktů zemědělské výroby. Jedná se o zdroje rostlinné (zbytky plodin) nebo odpady živočišné výroby (kolagen, epiteliální tkáň, aj.). Bezpečnost hydrolyzovaných proteinů živočišného původu byla nedávno testována pomocí biologických testů využívajících kvasinky a rostliny jako testovací organismy a nebyla shledána žádná genotoxicita, ekotoxicita ani fytotoxicita (Corte a kol., 2014). I přes uvedené došlo v EU k zákazu používání těchto látek na jedlé části ekologických plodin prostřednictvím nařízení komise č. 354/2014 (Calvo a kol., 2014).

1.3.3 Výtažky z mořských řas a rostlinné extrakty

Mořské řasy jsou jako zdroj organické hmoty nebo jako hnojivo využívány již od pradávna. Biostimulační účinek různých látek v nich obsažených je však zkoumán až v dnešní době. V řasách můžeme nalézt laminarin, alginát, karagenan či jejich produkty rozkladu. Dalšími látkami přispívající k podpoře růstu rostlin jsou mikroživiny a makroživiny, steroly, betainy a hormony (Khan a kol., 2009).

Některé z výše uvedených látek se vyskytují pouze v řasách. Většina druhů řas patří mezi řasy hnědé – *Ascophyllum*, *Fucus*, *Laminaria*. Například karagenany však najdeme pouze v červených řasách. Lze je aplikovat na půdu, v hydroponických roztocích, či foliárně. V půdách můžou uvedené látky působit na zadržování vody

či provzdušňování. Polyaniontové sloučeniny přispívají k fixaci a výměně kationtů, což je využitelné v remediaci těžkých kovů (Khan a kol., 2009).

K extrakci mořských řas lze využít různé fyzikální metody (teplo, tlak, mikrovlny) i metody chemické (rozpouštědla, kyseliny, zásady). Vhodná extrakční metoda by měla zajistit integritu biologicky aktivních molekul, které mají biostimulační hodnotu. Nejpoužívanější proces extrakce je v této době extrakce alkalická za vysokého tlaku. I přes degradaci některých hormonálních molekul se jedná o nejúčinnější extrakci z hlediska míry extrahovatelnosti a jen střední míry degradace polysacharidů na oligomery, které patří mezi nejaktivnější složky extraktu (Ali a kol., 2021). V jiné práci Ali a kol. (2019) uvádí, že i přestože extrakty z mořských řas obsahují určité množství minerálů, které mohou rostliny snadno asimilovat, je hlavním přínosem jejich schopnost stimulovat různé procesy v rostlinném organismu. Zpopelnění produktů z mořských řas tak nevyhnutelně vede ke ztrátě biostimulační aktivity.

Extrakty z rostlin jsou zatím zkoumány zejména v oblasti pesticidních účinků. Interkace v ekosystému jsou zprostředkovány aktivními sloučeninami známými jako alelochemikálie. Ty mají svůj potenciál i v oblasti biostimulantů (Ertani a kol., 2013).

1.3.4 Chitosan a další biopolymery

Chitosan je deacetylovaná forma chitinu. Lze ho vyrábět průmyslově, ale vzniká i přirozeně. Tato polykationtová sloučenina je schopna se vázat na širokou škálu buněčných složek včetně DNA, plazmatických membrán a složek buněčných stěn. Rovněž se může účastnit vazby s receptory zapojenými do aktivace obranných genů. Výzkumy se zaměřují na oblasti tolerance k abiotickému stresu (sucho, slanost, chlad) či v oblasti ochrany proti houbovým patogenům (El Hadrami a kol., 2010).

Dalším oligomerem je například laminarin, zásobní glukan z hnědých řas, který je využíván jako elicitor v obranné reakci rostlin a zesiluje odolnost k abiotickému stresu (Tziros a kol., 2021).

1.3.5 Anorganické sloučeniny

Jedná se o chemické prvky, které podporují rostlinný růst a mohou být nezbytné pro některé taxony, ale nepotřebují je všechny rostliny. Hlavní prospěšné prvky jsou Al, Co, Na, Se a Si. Mohou se vyskytovat jako anorganické soli nebo jako nerozpustné formy – amorfni oxid křemičitý u druhů lipnicovitých. Anorganické soli se využívají

jako fungicidy – jejich účinky však nejsou plně známe, mohou regulovat osmotickou, Ph a redoxní homeostázu, hormonální signalizaci, či reagovat s enzymy zapojenými do stresové reakce (Pilon-Smits a kol., 2009).

1.3.6 Prospěšné houby

Houby mohou interagovat s kořeny rostlin různými způsoby. Od vzájemné symbiózy, kdy oba organismy navazují vzájemně výhodné vztahy, až po parazitismus. Mykorhizní houby jsou heterogenní skupina taxonů a lze je nalézt u více než 90 % všech rostlinných druhů. Zdaleka nejrozšířenější endomykorhizou (houbová vlákna pronikají dovnitř do kořenových buněk) je forma arbuskulární – houba uvnitř kořenů vytváří rozvětvené struktury zvané arbuskuly. Oproti tomu ektomykorhiza (houba vytváří plášť okolo kořene, vlákna hub vstupují mezi buňky primární kůry, nikoli však dovnitř buněk) zvětšuje savou plochu kořenové soustavy (Behie a Bidochka, 2014).

V současné době roste zájem o zkoumání přínosů i této skupiny biostimulantů. Akceptovány jsou výhody symbiózy ve výživě – jak makroživin, zejména fosfory, tak mikroživin, dále vodní bilanci nebo ochranu rostlin před biotickým a abiotickým stresem. Nejnovější poznatky poukazují na existenci hyfálních sítí, které propojují nejen houby s rostlinami, ale i jednotlivé rostliny v rámci rostlinného společenství díky čemuž může docházet k signální komunikaci (Johnson a Gilbert, 2015).

1.3.7 Prospěšné bakterie

Bakterie interagují s rostlinami podobně jako houby. Asociace mohou být trvalé nebo dočasné. Bakterie se z půdy mohou dostávat do mezibuněčných prostor kořenového systému, přičemž se tak děje z okolní oblasti nazvané rhizosféra. Mezi bakteriemi nalézáme mutualistické endosymbionty typu *Rhizobium* či mutualistické rhizosférické bakterie podporující růst rostlin (PGPR). *Rhizobium* se využívá jako mikrobiální inokulant, který napomáhá získávání živin rostlinami.

Zemědělské využití těchto mikroorganismů je zatím díky proměnlivým reakcím rostlinných kultivarů nebo různým prostředím poměrně velmi složité. Nekonzistentní výsledky mohou být výsledkem i poměrně složitě proveditelným technickým řešením věci. Navzdory výše uvedenému, trh s těmito přípravky roste (Berendsen a kol., 2012).

1.4 Vliv pomocných rostlinných přípravků na rostliny

Dle Rose a kol. (2014) je vliv pomocných rostlinných přípravků na rostliny díky jejich složité chemické povaze oproti anorganickým hnojivům, syntetickým pesticidům

nebo regulátorům růstu těžce předvídatelný. Velký vliv podle autorů hraje navíc i druh rostliny či prostředí. Více ovlivnitelné by podle studie měly být jednoděložné rostliny.

Calvo a kol. (2014) uvedli, že pomocné rostlinné přípravky mají na rostliny rozsáhlý a rozličný vliv. Jde o stimulaci klíčení sazenic, ovlivnění růstu rostlin, jejich produktivitu či zlepšení kvality produktů. To je dle zmíněné práce způsobeno účinky signálních bioaktivních molekul v primárním a sekundárním metabolismu rostliny. Některé pomocné rostlinné přípravky, jako huminové látky, mohou působit na rostliny i skrze ovlivnění chemických, fyzikálních nebo biologických vlastností půdy. Může jimi být zlepšena přístupnost živin a stopových prvků, ovlivněny strukturní vlastnosti půdy, jako je stabilita agregátů, udržení drobtovité struktury nebo zlepšení retenční schopnosti půdy (Ouni a kol., 2014). Většinu pomocných rostlinných přípravků lze aplikovat jak listově, tak kořenově nebo kombinací obou metod. Od aplikace na list jsou očekávány lepší výsledky, protože nedochází k možné adsorbci extraktů na půdní částice. To může snížit jejich mobilitu a omezit účinek (Jayaraman a Ali, 2015).

Ali a kol. (2021) potvrzují slova předešlých studií. Uvádí, že extrakty z mořských řas způsobují výrazné zvýšení vitality rostlin zvýšením velikosti a hustoty kořenů, čímž je zlepšena i regenerace po transplantačním šoku u sazenic rajčat nebo zelí. Tato zlepšená funkce zakořeňování by mohla být výsledkem působení nízkých hladin fytohormonů stejně jako dalšími stimulačními procesy na různých úrovních metabolismu. Szczepanek a kol. (2018) ve své práci potvrzují, že aplikace extraktu z mořských řas měla pozitivní účinek na hmotnost kořene pšenice jarní. Podle Chena a kol. (2019) je důvodem rozvoje kořenového systému odpověď organismu rostliny na signály reaktivních forem kyslíku či signální dráhy hormonů. Tyto signály ovlivňují proliferační a diferenciační části kořene, čímž je následně jejich růst spojený se zvýšeným průtokem Ca^{2+} do buněk. Pozitivní účinky aplikace extraktů lze sledovat i u vegetativně množených rostlin. Muscolo a kol. (2012) upozornili, že pouhý auxin obsažený v molekulách aplikovaných extraktů není sám o sobě schopný vyvolat biologickou odpověď rostliny a jedná se tak podle nich o složitější intramolekulový vztah, kde dochází ke spolupůsobení více metabolismus ovlivňujících látek. Bylo prokázáno, že výtažky z mořských řas a jejich složky mohou modulovat expresi genů odpovědných za endogenní biosyntézu růstových hormonů včetně auxinu, cytokininu a gibberelinu (Werner a kol., 2001). Piccolo a kol. (1993) zkoumali vliv huminových

látek na podporu klíčení a došli k závěru, že jimi lze klíčení pozitivně ovlivnit, ale nadměrné množství přípravku rostliny inhibuje.

Neméně důležitá je schopnost pomocných rostlinných přípravků podpořit rostliny v toleranci vůči biotickým a abiotickým stresům – tlak nemocí, škůdci, sucho, teplotní extrémů nebo slanost (Sharma a kol., 2014). Neustále se měnící klima a rozsáhlé používání chemických pesticidů zvýšilo výskyt infekčních a rezistentních škůdců a patogenů působících na plodiny (Ayliffe a Lagudah, 2004). V práci Waele a kol. (1988) se uvádí, že nematocidní aktivita vůči hád'átkům je sice z velké části součástí obranné reakce rostliny, ale pravděpodobně k ní dochází úpravou poměru cytokininu a auxinu, na což může mít aplikace extraktů z mořských řas vliv. Chen a kol. (2019) uvedli, že aplikace extraktů měla vliv na snížený výskyt vrtalek, mšic a trásněnek v cukrové třtině. Takový efekt mohl být způsoben antifeedantovými účinky, inhibicí růstu a také cytotoxicitou na buňky ovariální tkáně škůdců. Například acyklický diterpenoid izolovaný ze *Sargassum* měl protirůstové a repelentní účinky na Makadlovku bavlníkovou. Podobné výsledky lze najít i v případě využití těchto extraktů proti bakteriálním, houbovým či virovým chorobám. Aplikace těchto látek napomáhá zlepšovat vitalitu rostlin, to se projeví v posílení rezistence. Působení proti houbovým patogenům lze hledat i v důsledku změny mikrobiální dynamiky půdy (Vera a kol., 2011). Patel a kol. (2018) uvádí ve své práci, že aplikace extraktů z mořských řas zmírnila abioticky indukovaný stres (slanost a sucho) u (*Triticum durum*) modulací metabolismu. U rostlin se zvýšila délka kořenů, obsah chlorofylu a karotenoidů i obsah tkáňové vody. Byl také snížen únik elektrolytů a peroxidace lipidů, přičemž byl ve výsledků ovlivněn pozitivně i výnos. Billard a kol. (2014), Fan a kol. (2013) či Zamani-Bobgohari a kol. (2019) popisují účinky různých pomocných rostlinných přípravků na expresi obrovského počtu genů, které odpovídají za příjem živin, antioxidační aktivitu, zvýšení obsahu chlorofylu, karotenoidů, flavonoidů, fenolů, tvorbu obraných enzymů (fenylalanin amoniak-lyáza, chitináza) či regulaci proteinových transkriptů reagujících na dehydrataci.

Povrch rostlin, včetně kořenů a listů, vytváří takzvanou rhizosféru a fylosféru. V těchto místech dochází k interakci mezi rostlinou a mikroorganismy, přičemž má toto spojení významný vliv na růst a produktivitu rostlin. Kořeny rostlin, listy i vnitřní povrchy vylučují nebo uvolňují ve vodě rozpustné látky, jako jsou aminokyseliny, cukry a organické kyseliny, které podporují nebo jinak ovlivňují růst

různých mikroorganismů (Nihorimbere a kol., 2011). Aplikace biostimulantů, fungicidů a dalších vstupů má značný vliv na složení exsudátu, a tím následně i na složení a aktivitu mikroorganismů, které dále působí na rostliny (Cluzet a kol., 2004).

Nepochybně se jedná o novou potenciální kategorii zemědělských vstupů, která v kontextu plánů EU na snižování aplikovaných pesticidů a hnojiv bude nabírat stále větších rozměrů. V četných studiích působí tyto látky jako doplňky zlepšující toleranci vůči abiotickým i biotickým stresům a také zvyšují výnos i kvalitu zemědělských i zahradních komodit. Vědecká komunita v současné době pracuje na zjišťování molekulárních a fyziologických stimulačních mechanismů biostimulantů na rostliny i mikrobiom, což bude mít za následek další rozšíření přípravků v praxi (Rouphael a Colla., 2020).

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit výsledky poloprovozního polního pokusu konaného v hospodářském roce 2020/2021 s různými variantami aplikace pomocných rostlinných přípravků na ozimou řepku. Práce se ve své praktické části pokouší ověřit hypotézu, že aplikace pomocných rostlinných přípravků bude přímo či nepřímo působit na metabolismus rostlin a tím dojde k ovlivnění výnosotvorných prvků, což ve výsledku pozitivně ovlivní výnos a olejnatost semen.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika odrůdy Architect

Šlechtitelem a udržovatelem této odrůdy je Francouzská společnost Limagrain. Jedná se o středně rannou hybridní odrůdu. Tato odrůda ozimé řepky byla v roce 2018–2021 nejpěstovanější v Evropě. Doporučený výsevek se pohybuje mezi 400 až 450 tisíci semeny/ha. Šlechtitelská firma v informačním letáku uvádí jako výhodu odrůdy Architect vynikající přezimování, rezistenci k viru žloutenky vodnice TuYV, odolnost proti pukání šesulí, vysokou odolnost verticiliovému vadnutí i Phoma lignam a velmi dobrou odolnost proti poléhání (Matuš, 2020).

3.2 Charakteristika pokusného pozemku v Dobkově

Půdní blok, kde byl pokus založen se nachází u obce Dobkov nedaleko obce Chotěboř v kraji Vysočina, kde ho obhospodařuje rodinná farma SPOLAGRO CZ, s.r.o.. Pozemek se nachází v nadmořské výšce 550 m n. m., přičemž průměrný úhrn srážek činí 540 mm a průměrná roční teplota je 7,4 °C. Půdní blok se nachází v bramborářské výrobní oblasti, podle zrnitostního složení jde o lehkou až středně těžkou půdu. Půdní druh je hlinitopísčité až písčitohlinitý. Katalogové číslo BPEJ je 8.34.01. Půdním typem je dystrická kambizem.

3.2.1 Agrochemické vlastnosti půdy

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství číslo 275/1998 Sb., lze na lokalitě Dobkov zhodnotit obsah přístupných živin stanovených metodou Mehlich III následovně. Půdní reakce byla slabě kyselá. Obsah fosforu a vápníku byl stanoven jako vyhovující, obsah draslíku a hořčíku dobrý. Obsah síry nízký. Dle Zbírala (2002) byl poměr K:Mg dobrý a dosahoval hodnoty 1,36.

Tabulka č. 6: Agrochemické vlastnosti půdy v Dobkově před založením pokusu

Hospodářský rok	pH	Obsah přístupných živin (mg*kg ⁻¹)				
		P	K	Ca	Mg	S
2020/2021	5,6	51	242	1318	178	16,93

3.2.2 Srážkové a teplotní podmínky na lokalitě Dobkov

Průběh povětrnosti v hospodářském roce lze hodnotit následovně. Porosty v porovnání s dlouhodobým normálem vzcházely v teplotně nadnormálním srpnu, ve kterém spadlo i nadnormální množství srážek. Až do konce roku 2020 se teploty pohybovaly v normálních hodnotách a srážkově silně nadnormální říjen zajistil dostatek vláhy i v normálním listopadu a podnormálním prosinci. Začátek roku 2021 znamenal

normální teploty. Srážky byly normální v lednu a únoru, avšak v březnu a dubnu byly silně podnormální a porosty byly zachráněny srážkově silně nadnormálním květnem a normálními srážkami v červnu a červenci. Teplotně spíše podnormální jaro následovalo z pohledu teploty nadnormální letní měsíce.

Tabulka č. 7: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2020

Měsíc	Úhrn srážek (mm)		Průměrná teplota vzduchu (°C)	
	2020	Dlouhodobý průměr	2020	Dlouhodobý průměr
Leden	11,2	44,0	-0,7	-2,6
Únor	64,5	38,0	2,2	-1,5
Březen	32,3	48,0	3,4	2,2
Duben	26,6	41,0	8,8	7,4
Květen	73,8	71,0	8,2	12,6
Červen	176,1	75,0	14,6	15,4
Červenec	78,7	87,0	18,9	17,3
Srpen	125,2	80,0	18,6	16,9
Září	57,6	56,0	14,2	12,4
Říjen	77,5	39,0	8,3	7,6
Listopad	28,0	46,0	3,2	2,3
Prosinec	23,2	47,0	2,1	-1,6

Poznámka: zeleně zvýrazněná pole zahrnují vegetaci pokusu řepky.

Tabulka č. 8: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2021

Měsíc	Úhrn srážek (mm)		Průměrná teplota vzduchu (°C)	
	2021	Dlouhodobý průměr	2021	Dlouhodobý průměr
Leden	49,0	44,0	-2,3	-2,6
Únor	31,6	38,0	-1,0	-1,5
Březen	10,4	48,0	2,1	2,2
Duben	8,6	41,0	4,2	7,4
Květen	134,4	71,0	9,2	12,6
Červen	55,4	75,0	18,5	15,4
Červenec	96,2	87,0	18,0	17,3
Srpen	72,3	80,0	15,6	16,9
Září	15,0	56,0	14,3	12,4
Říjen	17,8	39,0	8,7	7,6
Listopad	7,5	46,0	1,4	2,3
Prosinec	22,2	47,0	-1,3	-1,6

3.3 Metodika pokusu

Praktická část diplomové práce byla řešena pomocí poloprovozního pokusu v hospodářském roce 2020/2021 na lokalitě Dobkov. Pokus byl složen z celkově 5 variant, každý se třemi opakováními. Setí proběhlo pomocí secího stroje Horsch Focus 6 TD, který umožňuje pásové zpracování půdy spolu s podpatovou aplikací

hnojiva. Hnojiva LAV 27 a DASA 26/13 byla aplikována neseným kotoučovým rozmetadlem Bogballe M35W plus. Pomocné rostlinné přípravky ExelGrow a Talisman byly aplikovány samochodným postřikovačem AKP Mazzotti IBIS 3000. Pokusné parcely měly výměru 1,77 ha. Jednotlivé varianty uvádí následující tabulka č. 9.

Tabulka č. 9: Varianty pokusu

Varianta	Kontrola	1.	2.	3.	4.	Množství kg č. ž. N*ha ⁻¹	Termín aplikace dle BBCH
Hnojivo	Dávka (kg*ha ⁻¹)						
Amofos 12/52	100	100	100	100	100	12	0
LAV 27	300	300	300	300	300	81	31
DASA 26/13	200	200	200	200	200	52	31
LAV 27	300	300	300	300	300	81	39
ExelGrow		0,5			0,5		34,51
Talisman			5,0	2,0	2,0		39,39,39
Talisman				3,0	3,0		51,51

Tabulka č. 10: Pracovní operace Dobkov 2020/2021

Datum	Operace	Materiál	Dávka (kg*ha ⁻¹)
23.8.2020	podmítka strniště		
26.8.2020	hluboká podmítka		
27.8.2020	setí	Architect	1 VJ
27.8.2020	hnojení pod patu	Amofos 12/52 (12 kg č. ž. N)	100
29.8.2020	herbicid	Max Raptor + Grounded	2 + 0,25
17.9.2020	insekticid + smáčedlo	Dinastia + Rollwet	0,15 + 0,1
24.9.2020	insekticid + smáčedlo	Kendo 5 CS + Rollwet	0,15 + 0,1
5.10.2020	herbicid + fungicid	Agil 100 EC + Borosan Forte + Orius 25 EW	0,5 + 1 + 0,5
28.2.2021	regenerační hnojení	LAV 27 (81 kg č. ž. N)	300
2.3.2021	regenerační hnojení	DASA 26/13 (52 kg č. ž. N)	200
1.4.2021	insekticid	Dinastia + Rollwet	0,15 + 0,1
14.4.2021	produkční hnojení	LAV 27 (81 kg č. ž. N)	300
27.5.2021	fungicid + smáčedlo	Custodia + Rollwet	1 + 0,1
15.7.2021	omezení ztrát	Arrest plus	1
12.8.2021	sklizeň		

3.4 Použitá hnojiva

3.4.1 AMOFOS 12/52

AMOFOS 12/52 je dusíkaté hnojivo v granulované formě šedobílé barvy. Dováží se převážně z Ruska, Ukrajiny a Běloruska. Hlavní složkou je fosforečnan amonný. Obsahuje 52 % fosforu ve formě fosfátového iontu a 12 % dusíku v amonné formě.

V celkovém obsahu fosforu je min. 40 % vodorozpustného P₂O₅ (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.2 LAV 27

LAV 27 je dusíkaté hnojivo tvořeno směsí dusičnanu amonného s jemně mletým vápencem v granulované formě bělavé až světle hnědé barvy s obsahem 27 % dusíku o velikosti 2 až 5 mm. Hnojivo je povrchově ochráněno proti spékání. Používá se jak pro základní hnojení, tak i pro přihnojení během vegetace (Škarpa a Ryant, 2015).

3.4.3 DASA 26/13

DASA 26/13 je dusíkaté hnojivo s obsahem síry. Je růžové až světle hnědé barvy v granulované formě. Je vhodné pro základní hnojení před setím, první jarní regenerační hnojení i přihnojení během vegetace na doplnění výživy dusíkem a sírou. Vhodné je zejména pro hnojení plodin náročných na síru (řepka, slunečnice, okopaniny). Je povrchově upraveno proti spékání (Duslo a.s., 2022).

3.5 Použité pomocné rostlinné přípravky

3.5.1 Talisman

V přípravku Talisman se nachází široké spektrum mikro a makro výživových prvků. Jde o kombinaci 5 biostimulantů. Obsahuje kyselinu pidolovou, kterou rostliny využijí jako signální molekulu při udržování cyklu asimilace dusíku v chodu. Při nedostatku kyseliny pidolové dochází ke zvýšení katabolického metabolismu, protože nedostatek této látky je rostlinou vnímán jako signalizace stresu. Díky dodání kyseliny pidolové se snižuje stresová reakce rostliny, čímž se chrání výnosový potenciál pěstované plodiny (Vašek, 2021).

3.5.2 ExelGrow

ExelGrow je pomocný rostlinný přípravek (biostimulant) založený na obsahu fermentovaných řas *Ascophyllum nodosum*, které pozitivně ovlivňují růst a vývoj rostlin při aktivně probíhajícím buněčném dělení, odnožování, regeneračním růstu nebo vývoji plodů. Zlepšuje fotosyntézu, příjem a využití dusíku. Zmírňuje následky každodenního abiotického stresu. Doporučená doba aplikace je od první viditelné části stonku mezi puky a ve fázi zelených pupat (Adama.cz, 2022).

3.6 Použité analytické metody

3.6.1 Fenologické pozorování

V průběhu vegetace byly stanovovány jednotlivé fenologické fáze. Využito bylo makrofenologické stupnice růstových fází pro řepku olejnou (BBCH), která vychází ze Zadoksovy stupnice.

3.6.2 Stanovení obsahu živin v rostlinné biomase

Z odebraných rostlin ve fázi butonizace byl zjišťován obsah základních makroživin – dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a síra, v procentech. Jde o destruktivní metodu analýzy. Fosfor byl stanoven fotometricky. Dusík se stanovil Dumasovou metodou. Obsah draslíku, vápníku, hořčíku a síry byl stanoven pomocí plamenové atomové absorpční spektrometrie. Stanoveno službou, provedeno v laboratoři Vukrom podle zavedených postupů (Vukrom, 2022).

3.6.3 Skutečný výnos semen

Každá jednotlivá sklizená pokusná parcela byla zvážena na certifikované mostní váze. Zjištěné hodnoty byly přepočteny na výnos z jednoho hektaru. Jednotlivá opakování každé varianty byla aritmeticky zprůměrována.

3.6.4 Stanovení olejnatosti semen

Ke zjištění olejnatosti byla využita technika NIR na přístroji OmegaAnalyzer G, což je jedna z metod molekulové spektrometrie. Využívá interakce elektromagnetického záření s hmotou (Endlová a kol., 2016).

3.6.5 Stanovení HTS

Hmotnost tisíce semen (HTS) byla stanovena ručním počítáním. Zváženo bylo 2 x 500 semen.

3.6.6 Stanovení počtu šesulí na rostlině

Na každém opakování se počítalo třikrát a výsledná hodnota byla zjištěna aritmetickým průměrem.

3.6.7 Stanovení počtu semen v šesuli

Na každém opakování se počítalo desetkrát a výsledná hodnota byla zjištěna aritmetickým průměrem.

3.7 Použité statistické metody

Data byla vyhodnocena programem STATISTICA 14. Vyhodnoceny byly jednotlivé výnosové prvky (hmotnost tisíce semen, počet šesulí na rostlině, počet semen v šesuli) celkový výnos a olejnatost semen. Jednotlivá data byla hodnocena jednofaktorovou analýzou variance na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. P-hodnota je hladinou pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza, že se dvě sledované varianty od sebe statisticky významně neliší. Je-li hodnota $P < 0,05$, pak zamítáme nulovou hypotézu a mezi variantami je statisticky významný rozdíl. Písmena a, b hodnotí rozdíly mezi jednotlivými variantami. Rozdílná písmena znamenají, že je mezi nimi statistický rozdíl. Následné zkoumání jednotlivých variant proběhlo metodou dle Tukeyho testu.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Fenologické pozorování

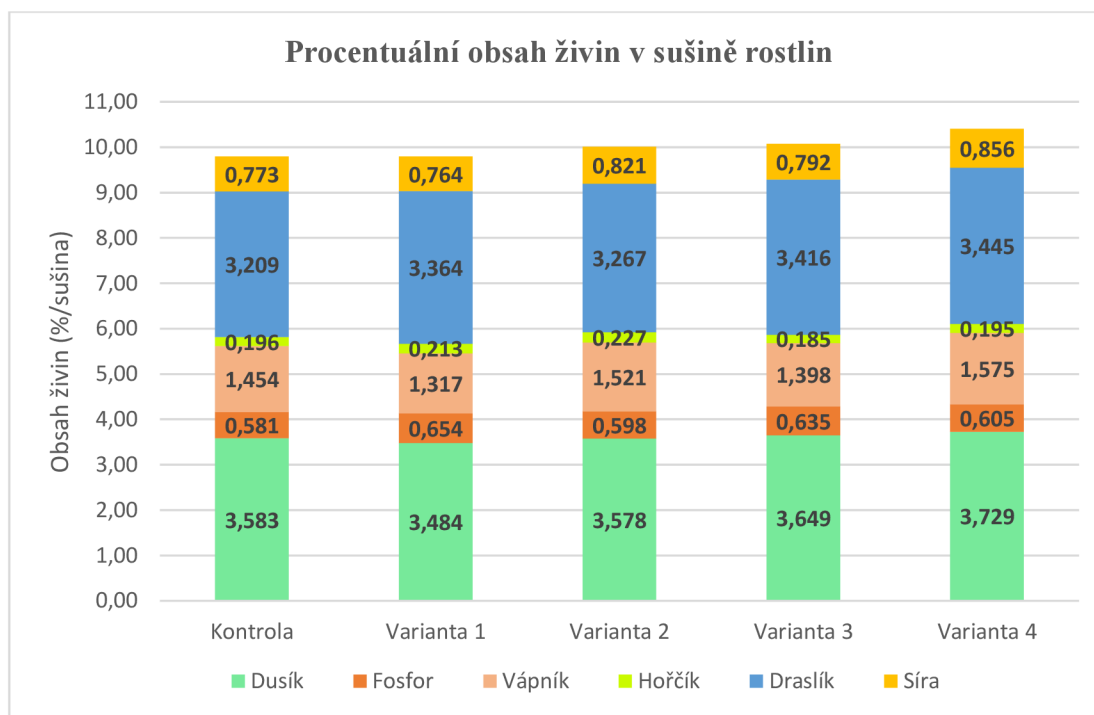
U kontrolní varianty pokusu byly sledovány jednotlivé fenologické fáze a jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tabulka č. 11: Fenologické pozorování dle BBCH

Růstové fáze	BBCH	Datum
Výsev/Klíčení	0	27.8.2020
Děložní listy plně vyvinuty	10	1.9.2020
Začátek prodlužovacího růstu	30	1.4.2021
Hlavní květenství je viditelné	50	2.5.2021
Počátek květu	61	14.5.2021
Plný květ	65	10.6.2021
Plná zralost	89	5.8.2021

4.2 Obsah živin v rostlinné biomase

V následujícím grafu č. 1 lze vidět procentuální obsah základních makroživin – dusíku, fosforu, vápníku, hořčíku, draslíku a síry v sušině nadzemní biomasy rostlin. Výsledky jsou průměrem jednotlivých opakování každé varianty.



Graf č. 1: Procentuální obsah živin v sušině rostlin v období butonizace (BBCH 57)

Z grafu č. 1 uvedeného výše vyplývá, že se jednotlivé varianty liší mezi sebou v jednotlivém obsahu živin jen minimálně. V porovnání s následující tabulkou č. 12, která uvádí optimální zastoupení živin ve fázi butonizace, lze konstatovat následující.

Fosfor se v rostlinách nachází v množství nad optimem, to lze konstatovat i o hořčíku a síře. Naopak obsah vápníku, draslíku i dusíku je pod optimem.

Tabulka č. 12: Optimální obsah živin v sušině nadzemní biomasy řepky ozimé ve fázi butonizace (Balík a kol., 2007)

Butonizace	% prvku v sušině nadzemní hmoty					
	N	P	Ca	Mg	K	S
	4,9	0,50	1,90	0,18	3,60	0,60

V práci Rathore a kol. (2009) bylo zjištěno, že aplikace přípravku vytvořeného extrakcí *Ascophyllum nodosum* měla pozitivní vliv na zvýšenou akumulaci dusíku, fosforu, draslíku, hořčíku a síry u sóji luštinaté. Podobně také Durand a kol. (2003) se zaměřením na obsah dusičnanů a aktivitu nitrátreduktázy u *Arabidopsis thaliana* potvrdili, že aplikace biostimulantů původem z mořských řas zvýšila obsah dusičnanů i aktivitu nitrátreduktázy. Ke stejnému závěru došli i Mancuso a kol. (2006) s pokusem na révě vinné. Podobné výsledky poskytují i aplikace huminových látek ve formě postřikové kapaliny na list (Szczepanek a kol., 2016). V pokusu došlo ve variantách 3 a 4 k nárůstu obsahu dusíku a draslíku a u varianty 4 i síry. Pod optimální obsah vápníku v sušině rostlin může být výsledkem pouze nevyhovující zásoby zjištěné na půdním bloku před založením porostu. Obsah fosforu byl rovněž pouze vyhovující, ale při setí bylo pod patu aplikováno 100 kg hnojiva AMOFOS 12/52, což nedostatečnou půdní zásobu mohlo doplnit. Nízký obsah síry mohl být korigován aplikováním hnojiva DASA 26/13 při regeneračním hnojení. Hodnota půdního pH 5,6 znamená, pro půdní druh, který se vyskytuje na půdním bloku, i pro ozimou řepku, nevyhovující hodnotou (Balík a kol., 2007). Žádoucí by bylo rozmezí pH 5,8-6,7. Hodnota pH má vliv i na dostupnost živin. Pod hodnotu 5,5 může docházet ke srážení fosforu s ionty Al^{3+} , Fe^{3+} a Mn^{3+} a tím k tvorbě nerozpustných sloučenin (Brady a Weil, 2002). V případě varianty 1 a 2 mohlo dojít ke zředovacímu efektu vlivem růstu, protože přípravky byly aplikovány dříve než ve variantách 3 a 4. Mohutnost rostlin či rostlinných orgánů však nebyla v této práci hodnocena, a tak nelze s jistotou říci, zda k tomuto efektu došlo.

4.3 Výnos semen

V následující tabulce č. 13 lze vidět míru ovlivnění skutečného výnosu různými variantami použití pomocných rostlinných přípravků. Dosažené rozdíly však nebyly statisticky významné.

Tabulka č. 13: Analýza variance výnosu semen ozimé řepky

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Výnos semen					
Varianta	0,1959	4	0,0490	2,620	0,0986
Chyba	0,1868	10	0,0187		

Z následující tabulky č. 14 je zřejmé, že nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta 4 ($4,14 \text{ t*ha}^{-1}$), pak následovala varianta 3 ($4,08 \text{ t*ha}^{-1}$), třetí byla varianta 2 – ($3,95 \text{ t*ha}^{-1}$), čtvrtá kontrolní varianta bez aplikace pomocných rostlinných přípravků - $3,87 \text{ t*ha}^{-1}$ a nejnižšího průměrného výnosu dosáhla varianta 1 s $3,85 \text{ t*ha}^{-1}$. I přes skutečnost, že dosažené rozdíly nejsou statisticky významné lze sledovat trend nárůstu výnosu semene, který byl u varianty 4 oproti kontrolní variantě vyšší o $0,27 \text{ t*ha}^{-1}$, respektive 6,9 %.

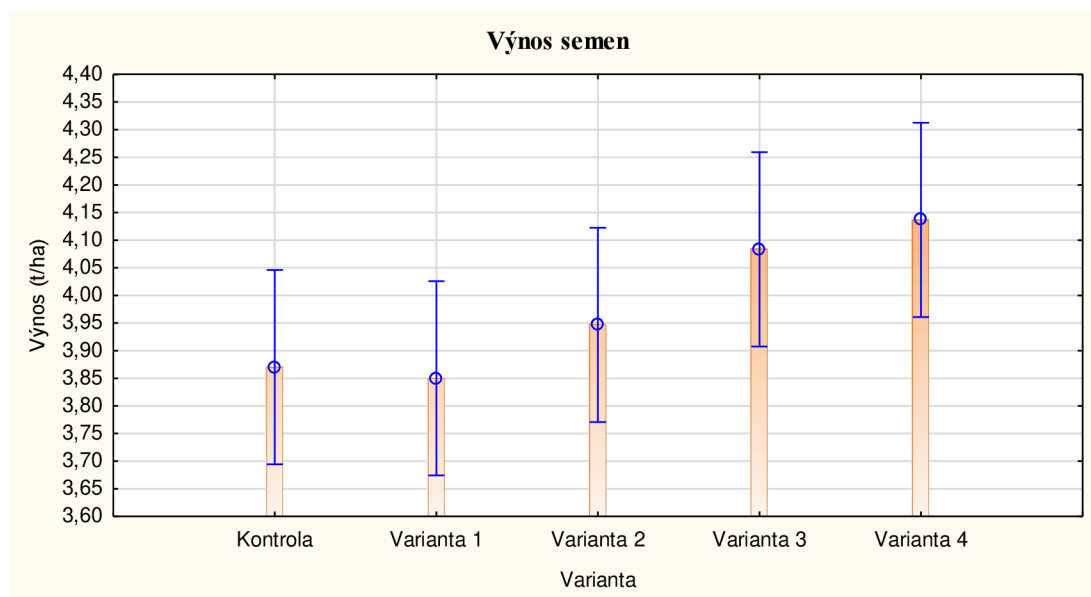
Tabulka č. 14: Průměrný výnos (t*ha^{-1}) a průkaznost rozdílu dle Tukeyho testu

Varianta	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Kontrola	3	$3,87 \pm 0,13$	a	100,0
Varianta 1	3	$3,85 \pm 0,08$	a	99,5
Varianta 2	3	$3,95 \pm 0,04$	a	102,0
Varianta 3	3	$4,08 \pm 0,08$	a	105,5
Varianta 4	3	$4,14 \pm 0,25$	a	106,9

N – počet opakování

V porovnání s průměrným výnosem na území ČR v roce 2021 ($3,00 \text{ t*ha}^{-1}$) bylo v pokusu dosaženo nadprůměrných výnosů u všech variant (Eagri, 2021). Hospodářskému roku 2020/2021 se na lokalitě Dobkov vyhnuly teplotně mimořádně nadnormální měsíce v kombinaci s nedostatkem srážek, které byly zvykem v letech minulých. Na výnos ozimé řepky totiž působí více negativně tepelný stres, než nedostatek srážek (Elferjani a Soolanayakanahally, 2018), díky čemuž se nedostatek srážek na jaře na výnosech nepodepsal. V pokusu s jarním ječmenem a biostimulátorem z mořských řas dosáhli Szczepek a kol. (2018) zvýšení výnosu oproti kontrole o 222 kg a 66 kg, respektive o 3,3 % a 1,1 %. Dubis a kol. (2018) prezentovali výsledky aplikace komerčního biostimulantu na ozimou řepku. Přípravků

neměl na výnos semen statisticky významný vliv. To souhlasí se statisticky nevýznamným rozdílem mezi řešenými variantami. V informačních letácích přípravků ExelGrow a Talisman výrobce udává navýšení výnosu v rozmezí 5-8 %. To se v poloprovozním polním pokusu potvrdilo dosaženým průměrným výnosem u variant 3 a 4.



Graf č. 2: Průměrný výnos semen ($t \cdot ha^{-1}$) dle jednotlivých variant

4.4 Olejnatost semen

Tabulka č. 15 uvádí analýzu rozptylu hodnot olejnatosti pro faktor varianty. Je z ní patrné, že vliv nebyl statisticky významný $P > 0,05$.

Tabulka č. 15: Analýza variance pro hodnoty olejnatosti semen ozimé řepky

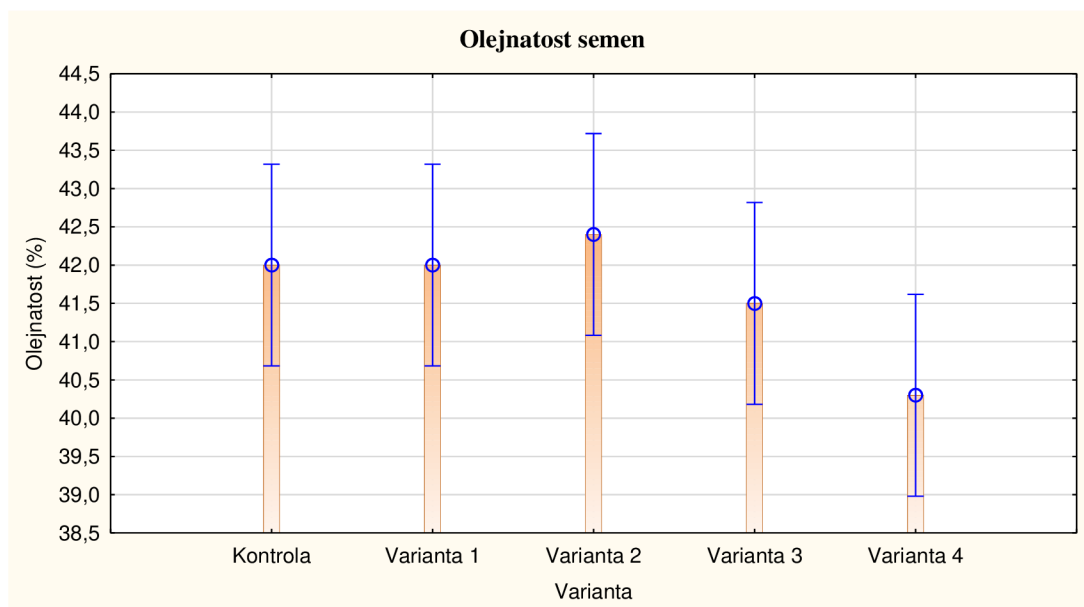
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Olejnatost semen					
Varianta	7,96	4	1,99	1,890	0,1881
Chyba	10,50	10	1,05		

V následující tabulce č. 16 jsou uvedeny průměrné hodnoty olejnatosti v % se směrodatnou odchylkou. Je z ní patrné, že nejvyšší olejnatosti dosáhla varianta 2 s průměrnou olejnatostí 42,40 %. Druhé nejvyšší hodnoty dosáhly shodně varianta 1 a kontrola – 42,00 %. Třetí pak varianta 3 – 41,50 % a nejnižší olejnatosti dosáhla varianta 4 – 40,30 %.

Tabulka č. 16: Průměrná olejnatost semen (%) a průkaznost dle Tukeyho testu

Varianta	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Kontrola	3	42,00 ± 1,65	a	100,0
Varianta 1	3	42,00 ± 1,00	a	100,0
Varianta 2	3	42,40 ± 0,80	a	101,0
Varianta 3	3	41,50 ± 0,62	a	98,8
Varianta 4	3	40,30 ± 0,70	a	95,9

V normě ČN 462300-2 je uvedena požadovaná olejnatost 42 %. Té dosáhla kontrola a varianta 1 i 2. Ostatní varianty 3 a 4 dosáhly hodnoty nad 40 %, což je dle Zukalové a kol. (2012) v běžných ročnících průměrný výsledek. Dále uvádí, že nejdůležitějším faktorem olejnatosti je genetický základ odrůdy, průběh ročníku, pěstitelská oblast, posklizňové opatření, utužení půdy a až na posledním místě je komplex agrotechnických opatření. S tímto tvrzením souhlasí i publikace od Baranyka a kol. (2010), která uvádí, že na olejnatost má pozitivní vliv chladnější pěstitelská oblast, dostatek půdní vláhy a raný termín výsevu. Nedostatek vláhy na jaře a v létě naopak vede ke snížení olejnatosti. Szczepanek a kol. (2016) foliární aplikací biostimulantu s huminovými látkami zvýšili olejnatost semen ozimé řepky o 0,1 %. Aplikace pomocných rostlinných přípravků ani v této práci, i přes klesající trend vlivem nejspíše nárůstu výnosu, neměla statisticky významný vliv na olejnatost.



Graf č. 3: Průměrná olejnatost semen (%) dle jednotlivých variant

4.5 Hmotnost tisíce semen

V následující tabulce č. 17 je uvedena analýza variance hmotnosti tisíce semen ozimé řepky. Je z ní patrné, že dosažené rozdíly nejsou statisticky významné, ačkoli test dle Tukeye odhalil statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a variantou 4.

Tabulka č. 17: Analýza variance hmotnosti tisíce semen ozimé řepky

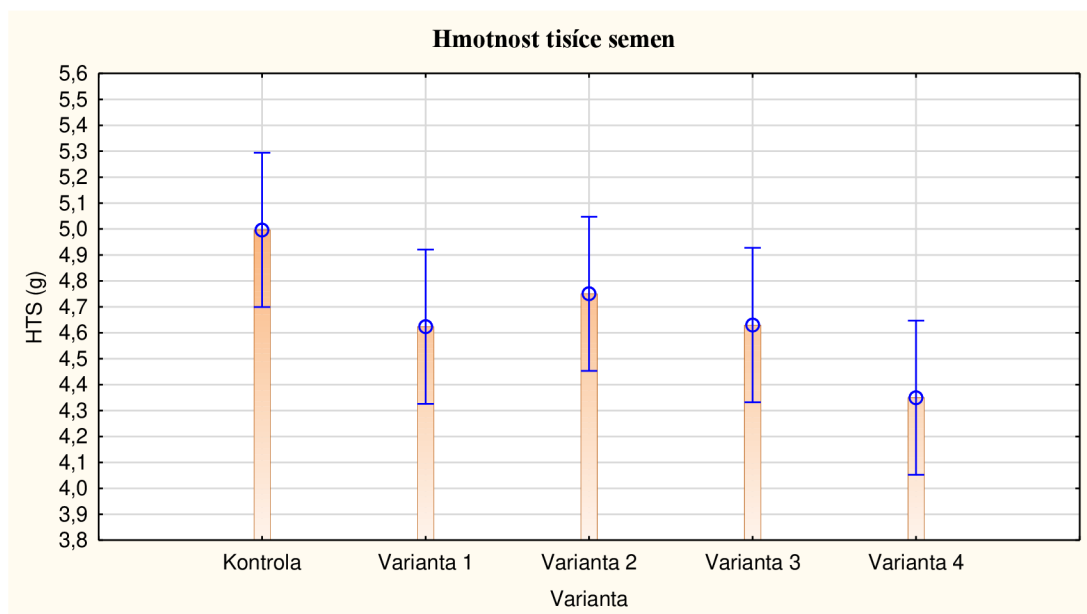
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Hmotnost tisíce semen					
Varianta	0,6579	4	0,1645	3,076	0,0681
Chyba	0,5347	10	0,0535		

Při pohledu do tabulky č. 18 je zřejmé, že nejvyšší průměrné HTS dosáhla kontrola (5,00 g). Druhá nejvyšší HTS byla zjištěna u varianty 2 (4,75 g). Třetí pak skončila varianta 3 s průměrnými 4,63 g, těsně následována variantou 1 – 4,62 g. Nejnižší průměrné HTS dosáhla varianta 4 a to 4,35 g, což je oproti kontrole o 0,65 g, respektive 12,9 % méně.

Tabulka č. 18: Průměrná hmotnost tisíce semen (g) a průkaznost dle Tukeyho testu

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Kontrola	3	5,00 ± 0,15	a	100,0
Varianta 1	3	4,62 ± 0,34	ab	92,5
Varianta 2	3	4,75 ± 0,10	ab	95,1
Varianta 3	3	4,63 ± 0,12	ab	92,7
Varianta 4	3	4,35 ± 0,33	b	87,1

Baranyk a kol. (2010) uvádí jako charakteristiku ideálního porostu HTS vyšší než 5 g. Ta byla v pokusu dosažena pouze u kontrolní varianty. Na druhou stranu v práci Baranyka a kol. (2007) udávají, že při vyšším počtu rostlin na 1 m² nebo vyšším počtu šesulí na rostlině dochází ke snížení HTS vlivem konkurenčního tlaku, což by práce potvrzovala díky vyššímu počtu šesulí ve všech variantách s aplikací biostimulátorů s nejvyšším průměrným počtem šesulí u varianty 4 (150 ks) a tedy nejnižší průměrnou HTS – 4,35 g.



Graf č. 4: Průměrná hmotnost tisíce semen (g) dle jednotlivých variant

4.6 Počet šesulí na rostlině

Dle tabulky č. 19 měly varianty na průměrný počet šesulí na rostlině statisticky významný vliv.

Tabulka č. 19: Analýza variance počtu šesulí na rostlině

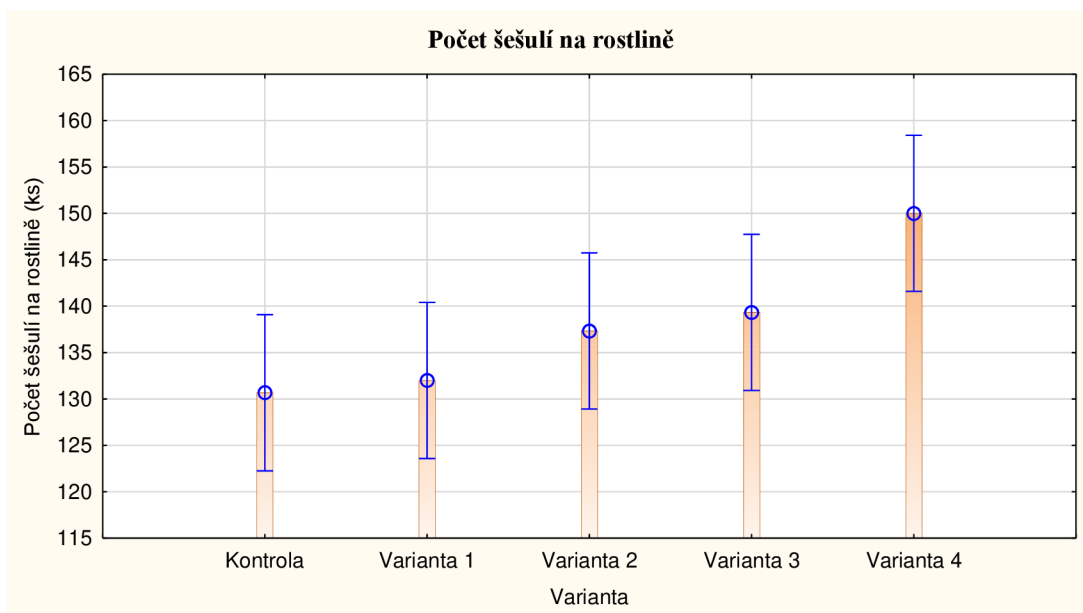
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Počet šesulí na rostlině					
Varianta	707,7	4	176,9	4,134	0,0313
Chyba	428,0	10	42,8		

Z tabulky č. 20 je patrné, že nejvyššího průměrného počtu šesulí na rostlině dosáhla varianta 4 – 150 ks. Druhé varianta 3 – 139 ks, třetího varianta 2 – 137 ks, čtvrtého varianta 1 – 132 ks a nejnižšího průměrného počtu šesulí na rostlině dosáhla kontrola bez aplikace pomocných rostlinných přípravků – 130 ks. Procentické rozdíly jsou uvedeny v posledním sloupci tabulky. Různá písmenka indikují statisticky významný rozdíl $P < 0,05$.

Tabulka č. 20: Průměrné počty šesulí na rostlině (ks) a průkaznost dle Tukeyho testu

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Kontrola	3	130 ± 6,51	a	100,0
Varianta 1	3	132 ± 4,59	a	100,7
Varianta 2	3	137 ± 3,21	ab	104,6
Varianta 3	3	139 ± 7,51	ab	106,1
Varianta 4	3	150 ± 9,17	b	114,5

V práci Kocira a kol. (2017) dosáhli aplikací extraktu z mořských řas statisticky významného zvýšení počtu lusků na rostlinách fazolu obecného, 211 ks oproti 176 ks u kontroly, což se ve výsledku projevilo i na vyšším výnosu zrna. Dle Baranyka a kol. (2010) je ideotypem rostlina se 150 šesuli. V pokusu mohlo mít na skokové zvýšení průměrného počtu šesulí na rostlině rozhodující vliv synergické působení obou přípravků. Druhá dávka Talismanu spojená s aplikací přípravku ExelGrow byla aplikována později nežli samostatné aplikace obou přípravků, čímž mohlo dojít k výraznějšímu ovlivnění tohoto výnosotvorného prvku. Rovněž mohlo dojít k působení přípravků na metabolismus rostlin v době přicházející redukce počtu poupát a tím mohl být výsledný počet šesulí, oproti jiným variantám, vyšší. Pozitivní vliv lze hledat i v dělené dávce pomocných rostlinných přípravků. Tu shledávají jako účinnější i v práci Szczepanek a kol. (2018).



Graf č. 5: Průměrný počet šesulí na rostlině (ks) dle jednotlivých variant

4.7 Počet semen v šesuli

Tabulka č. 21 uvádí analýzu rozptylu hodnot počtu semen v šesuli. Je z ní patrné, že vliv variant nebyl statisticky významný.

Tabulka č. 21: Analýza variance počtu semen v šesuli

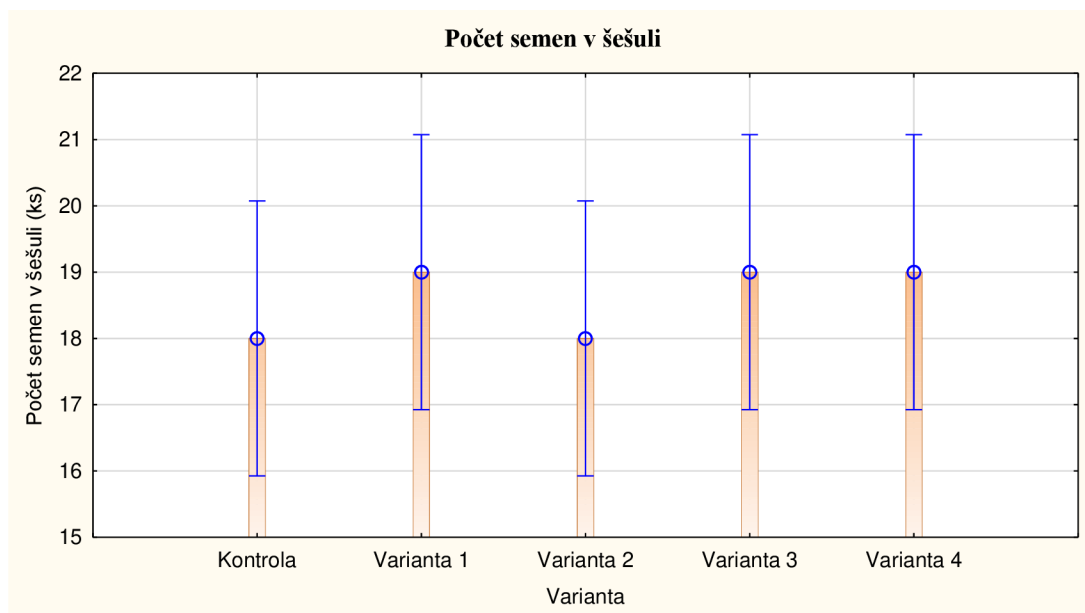
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	P-hodnota
Počet semen v šesuli					
Varianta	3,6	4	0,9	0,346	0,8409
Chyba	26	10	2,6		

Následující tabulka č. 22 uvádí výsledné průměrné hodnoty dosažené jednotlivými variantami aplikace biostimulantů. Průměrného počtu 19 ks semen v šesuli dosáhly varianty 1,3 a 4. Kontrola a Varianta 2 dosáhly průměrného počtu 18 ks.

Tabulka č. 22: Průměrný počet semen v šesuli (ks) a průkaznost dle Tukeyho testu

Varianta hnojení	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl
Kontrola	3	18,00 ± 4,35	a	100,0
Varianta 1	3	19,00 ± 4,00	a	105,6
Varianta 2	3	18,00 ± 2,64	a	100,0
Varianta 3	3	19,00 ± 4,58	a	105,6
Varianta 4	3	19,00 ± 2,64	a	105,6

Dle Baranyka a kol. (2007) je ideotypem rostlina s 20 ks semen v šesuli. V praxi se však dosahuje hodnot od 10 do 25 ks. V práci Dubise a kol. (2018) došlo ke statisticky nevýznamnému zvýšení počtu semen v šesuli. To však v kontextu snížení počtu šesulí na rostlině. V práci Kocira a kol. (2017) neměla aplikace biostimulantů vliv na množství zrn v luscích. Výnos byl ovlivněn pouze zvýšeným počtem lusků na 1 m². To je v souladu se zjištěnými výsledky.



Graf č. 6: Průměrný počet semen v šesuli (ks) dle jednotlivých variant

5 Závěr

Po zpracování literárního přehledu a výsledků jednoletého poloprovozního polního pokusu konaného v hospodářském roce 2020/2021 lze uvést následující závěry.

Z anorganického rozboru rostlin vyplynulo, že jednotlivé varianty aplikace pomocných rostlinných přípravků měly na procentuální obsah živin v sušině nadzemní hmoty rostlin pouze minimální vliv. U prvků dusík, draslík a vápník, které byly ve fázi butonizace svým průměrným obsahem pod optimální hodnotou, došlo jen k mírnému zvýšení, zejména ve variantě 3 a 4. V žádné variantě nedošlo k doplnění těchto živin do jejich optimálního obsahu.

Parametr výnos semen nebyl jednotlivými variantami statisticky významně ovlivněn. Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta 4 ($4,14 \text{ t*ha}^{-1}$) a nejnižšího varianta 1 ($3,85 \text{ t*ha}^{-1}$).

Olejnatost nebyla jednotlivými variantami statisticky významně ovlivněna. Nejvyšší průměrné olejnatosti semen ($42,40 \%$) dosáhla varianta 2. Nejnižší pak varianta 4 ($40,30 \%$).

Výnosotvorný prvek hmotnost tisíce semen nebyl variantami dle analýzy variance statisticky významně ovlivněn, ačkoli následné testování dle Tukeye odhalilo statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a variantou 4. Nejvyšší průměrné HTS dosáhla kontrola ($5,00 \text{ g}$), nejnižší naopak varianta 4 ($4,35 \text{ g}$).

Prvek počet šesulí na rostlině byl variantami použití biostimulátorů statisticky významně ovlivněn. Nejvyššího průměrného počtu šesulí dosáhla varianta 4 (150 ks), nejnižšího pak kontrola (130 ks).

Poslední hodnocený výnosotvorný prvek – počet semen v šesuli, nebyl statisticky významně ovlivněn. Průměrného počtu 19 ks semen v šesuli dosáhly varianty 1, 3 a 4. U kontroly a varianty 2 pak byl zjištěn průměrný počet 18 ks .

Vzhledem ke stanovené hypotéze lze konstatovat, že aplikace pomocných rostlinných přípravků působila pozitivně i negativně na hodnocené výnosotvorné prvky ozimé řepky, čímž došlo ve variantách 2, 3 a 4 ke zvýšení průměrného výnosu semene oproti kontrole, a to až o $0,27 \text{ t*ha}^{-1}$, resp. $6,9 \%$, a ve variantě 1 k jeho snížení o $0,02 \text{ t*ha}^{-1}$, resp. $0,5 \%$. Dosažené rozdíly ve výnosu semen i jejich olejnatosti však nejsou statisticky významné.

Další práce na toto téma by se mohly věnovat kombinaci aplikace pomocných rostlinných přípravků a různých úrovní výživy s cílem zvýšit účinnost aplikovaných živin ve vztahu k výnosovým či kvalitativním parametrům produktu.

Seznam použité literatury

- Adama.cz (2022). *ExelGrow*. [online] [cit. 12. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.adama.com/ceska-republika/cs/produkty/hnojiva/exel-grow>
- Ali, O. a kol. (2019). Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. *PLOS One*, 14(5):1-19.
- Ali, O. a kol. (2021). Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production, *Plants*. 10(3):531.
- Ayliffe, M.A. a Lagudah, E.S. (2004). Molecular genetics of disease resistance in cereals. *Ann. Bot.*, 94(6):765-773
- Baranyk, P. a kol. (2007). *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. 1. vyd. Profi Press., Praha. ISBN: 987-80-86726-26-7.
- Baranyk, P. a kol. (2010). *Olejniny*. 1. vyd. Profi Press., Praha. ISBN: 978-80-86726-38-0.
- Behie, S.W. a Bidochka, M. J. (2014). Nutrient transfer in plant-fungal symbioses. *Trends Plant Sci.*, 19(11):734-740. ISSN 1360-1385.
- Berendsen, C.M. a kol. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends Plant Sci.*, 17(8):478-486 ISSN 1360-1385
- Billard, V. a kol. (2014). Two biostimulants derived from algae or humic acid induce similar responses in the mineral content and gene expression of winter oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 33:305-316.
- Bittner, V. (2021). Poškození polních plodin v roce 2021. Agromanuál. [online] Maribohilleshög ApS [cit. 13. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/poskozeni-polnich-plodin-v-roce-2021>
- Bogdan, D. a kol. (2018). The influence of biostimulators on winter oilseed rape. In: Thriving oilseeds. Agri Polska sp. Z o. o., Poznań, Poland. pp. 61-63.
- Brady, N. C. a Weil, R. R. (2002). *The Nature and Properties of Soils*, thirteenth edition. Pearson Education Ltd. New Jersey, ISBN: 978-0130167637.
- Brant, V. a kol. (2020). Využití pomocných plodin v ozimé řepce. Agromanuál – technologie pěstování [online]. Kurent, s.r.o. [cit. 1. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vyuziti-pomocnych-plodin-v-ozime-repce>
- Calvo, P. a kol. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil.*, 383:3-41
-

Cluzet, S. a kol. (2004). Gene expression profiling and protection of *medicago truncatula* against a fungal infection in response to an elicitor from green Algae *Ulva* Spp. *Plant Cell Environ.*, 27(7):917-928.

Černý, J. a kol. (2014). *Jarní hnojení dusíkem u ozimé řepky*. Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů v rámci Programu rozvoje venkova České republiky, Jarní semináře pro pěstitele olejnin. SZPO., Praha. ISBN: 978-80-87065-51-8.

Černý, J. a kol. (2015). Hnojení řepky na podzim. *Agromanuál*, 10(7):56-58. ISSN: 1801-4895.

Černý, J. a kol. (2016). Potřeba hnojení hořčíkem při pěstování řepky ozimé. *Agromanuál*, 11(7):58-60. ISSN: 1801-7673.

De Waele, D. a kol. (1988). Influence of seaweed concentrate on the reproduction of *Pratylenchuszeae* (Nematoda) on maize. *Nematologica*, 34(1):71-77.

du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.*, 196:3-14.

Durand, N. a kol. (2003). The effect of marine bioactivesubstance (N PRO) and exogenous cytokinins on nitratereductase activity in *Arabidopsis thaliana*. *Physiol Plant*, 119(4):489–493.

Duslo.sk (2017). *DASA 26/13*. [online] [cit. 15. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.duslo.sk/userfiles/products/dasa_26_13.pdf

Eagri.cz (2021). *Žňové zpravodajství*. [online] [cit. 5. 4. 2022] Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/sklizen-2021/>

Eagri.cz (2022). *Olejníny 2022*. [online] [cit. 8.4.2022] Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/696683/Olejníny_2022.pdf

El Hadrami, A. a kol. (2010). Chitosan in plant protection. *Mar. Drugs.*, 8(4):968-987.

Elferjani, R. a Soolanayakanahally, R. (2018). Canola responses to drought, heat, and combined stress: shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. *Frontiers in Plant Science*, 30(9):2411-2502. ISSN: 1664-462X.

Endlová, L., a kol. (2017). Využití spektroskopie v blízké infračervené oblasti ve šlechtění řepky olejky. *Chemické listy*, 111(8):524-530. ISSN 1213-7103.

Ertani, A. a kol. (2013). Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant Soil.*, 364(1):145-158.

Eur-lex.europa.eu (2019). *Nariadení evropského parlamentu a rady (EU) 2019/1009* [online] [cit. 4. 2. 2022]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1009>

Fan, D. a kol. (2013). Commercial extract of brown macroalga (*Ascophyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Communications in soil science and plant analysis*, 44(12):1873-1884.

Filatov, V. P. (1944). Tissue therapy in ophthalmology. *Am. Rev. Sov. Med.*, 2:53–66.

Gençsoylu, İ. (2016). Effect of seaweeds and organic foliar fertilizers on the cotton pests, predators, yield and fiber quality in cotton. *Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fakültesi Derg.*, 13(2):33-38.

Halpern, A. a kol. (2015). The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy.*, 130:141-174.

Horsch.com (2015). *Focus TD*. [online] [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.horsch.com/cs/produkte/saemaschinen/streifenbearbeitung/focus-td>

Chen, D. a kol. (2019). Effects of Seaweed Extracts on Promoting Growth and Improving Stress Resistance in Sugarcane. *Asian Agric*, 11(4):69–76.

Jayaraman, J. a Ali, N. (2015). Use of seaweed extracts for disease management of vegetable crops. In: *Sustainable Crop Disease Management Using Natural Products*. CABI, Wallingford, UK, pp. 160–173. ISBN 9781780643236

Johnson, D. a Gilbert, L. (2015). Interplant signalling through hyphal networks. *New Phytol.*, 205(4):1448-1453. ISSN 1469-8137.

Khan, W. a kol. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.*, 28:386-399.

Kocira, S. a kol. (2017). Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Legume Res.*, 41(4):589-593.

Křen, J. a kol. (2015). *Obecná produkce rostlinná*. Mendelova univerzita v Brně., Brno. ISBN 978-80-7509-325-7.

Mancuso, S. a kol. (2006). Marine bioactive substance (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Horticult Sci*, 20(2):156–161.

Matuš, J. (2020). LG Architect – prověřený univerzální hybrid. Agromanuál – osivo a sadba [online] Limagrain Česká a Slovenská republika [cit. 2. 4. 2022]. Dostupné z:

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/lg-architect-provereny-univerzalni-hybrid>

Nihorimbere, V. a kol. (2011). Beneficial effect of the rhizosphere microbial community for plant growth and health. *benef. eff. rhizosph. microb. community plant growth health*, 15(2):327–337.

Patel, K. a kol. (2018). Kappaphycus alvarezii sap mitigates abiotic-induced stress in triticum durum by modulating metabolic coordination and improves growth and yield. *Journal of Applied Phycology*, 30(2):2659-2673.

Pilon, S. a kol. (2009). Physiological functions of beneficial elements. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 12(3):267-274.

Podnikatel.cz (2022). *Průvodce Vaším podnikáním*. [online] [cit. 4. 2. 2022]. ISSN 1802-8012 Dostupné z: <https://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-o-hnojivech-pomocnych-pudnich-latkach-pomocnych-rostlinnych-pripravcich-a-substratech-a-o-agrochemickem-zkouseni-zemedelskych-pud-zakon-o-hnojivech/zneni-0/uplne/>

Posmyk, M.M. a Szafránska, K. (2016). Biostimulators: A new trend towards solving an old problem. *Front. Plant Sci.*, 7(5):748. ISSN 1664-462X.

Rathore, S.S., a kol. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *S Afr J Bot*, 75(2):351–355.

Richter, R. (2005). Řepka ozimá. Ryant, P., Richter, R., Poulík, Z., Hřivna, L. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin [online]. Brno, poslední revize 25. 1. 2005 [cit. 29. 1. 2022]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejniny.htm

Richter, R. a Hřivna, L. (2014) Digestát, jeho vlastnosti a použití v rostlinné produkci. *Agromanuál*, 9(3):38-41. ISSN 1801-4895.

Richter, R. a kol. (2001). *Výživa a hnojení ozimé řepky*. SPZO., Praha. ISBN 80-238-8096-9.

Rose, M.T. a kol. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Advances in Agronomy.*, 124:37-89.

Rouphael, Y. a Colla, G. (2020). Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: From experimental data to practical applications, *Agronomy*. 10(10):1461. ISSN 2073-4395

Sharma, S. H. S. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1):465-490.

Szczepanek, M. (2018). Response of barely on seaweed biostimulant application. *Res. Rural Dev.*, 2(24):49-54. ISSN 1691-4031.

Szczepanek, M. a kol. (2016). Response of winter oilseed rape (*brassica napus* L.) on soil applied humus preparation and foliar potassium fertilizer. *Acta Scientiarum Polonorum seria Agricultura*, 15(4):85-94. ISSN 2300-8504.

Szczepanek, M. a kol. (2018). Effect of the seaweed biostimulant application in spring wheat. *AgroLife Scientific Journal*, 7(1):131-136.

Škarpa, P. a Ryant, P. (2015) Atlas minerálních hnojiv. Mendel University in Brno, Brno. ISBN 978-80-7509-368-4.

Tziros, G. T. a kol. (2021). Laminarin induces defense responses and efficiently controls olive leaf spot disease in olive. *Molecules.*, 26(4):1043.

Vaculík, A. (2015). Možnosti herbicidní ochrany ozimé řepky v podzimním období. In: Agromanuál – plevelé [online]. Agritec, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. [cit. 15. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-herbicidni-ochrany-ozime-repky-v-podzimnim-obdobi>

Vaněk, V. a kol. (2016). *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press., Praha. ISBN 978-80-86726-79-3.

Vašek, J. (2021). Špičkový biostimulátor a kompletní hnojivo v jednom: Pomáhá rostlinám prosperovat. Agromanuál. [online] ADAMA [cit. 12. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/spickovy-biostimulator-a-kompletni-hnojivo-v-jednom-pomaha-rostlinam-prosperovat>

Vera, J. a kol. (2011). Seaweed polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants. *Marine Drugs*, 9(12):2514-2525.

Vukrom.cz (2022). *Rozbory půd rostlin a další analýzy*. [online] [cit. 3. 4. 2022] dostupné z: <https://www.vukrom.cz/cz/laborator/rozbory-pud-rostlin-krmiv-a-dalsi-analyzy.html>

Werner, T. a kol. (2001). Regulation of plant growth by cytokinin. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 98(18):10487-10492.

Zamani-Babgohari, M. a kol. (2019). Increased freezing stress tolerance of nicotiana Tabacum L. cv. bright yellow-2 cell cultures with the medium addition of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis extract. *Vitr. Cell. Dev. Biol. Plant.*, 55(2):321-333.

Zimolka, J. a kol. (2012). *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pěstování)*. 2. nezměn. vyd. Mendelova univerzita v Brně., Brno. ISBN 978-80-7375-230-9.

Zukalová, H. a kol. (2012). *Významné faktory ovlivňující kvalitu olejin.* Prosperující olejniny. Větrný Jeníkov. ČZU v Praze., Praha ISBN 978-80-213-2340-7.

Seznam grafů

Graf č. 1: Procentuální obsah živin v sušině rostlin v období butonizace (BBCH 57)	36
Graf č. 2: Průměrný výnos semen ($t \cdot ha^{-1}$) dle jednotlivých variant	39
Graf č. 3: Průměrná olejnatost semen (%) dle jednotlivých variant	40
Graf č. 4: Průměrná hmotnost tisíce semen (g) dle jednotlivých variant.....	42
Graf č. 5: Průměrný počet šesulí na rostlině (ks) dle jednotlivých variant	43
Graf č. 6: Průměrný počet semen v šesuli (ks) dle jednotlivých variant	44

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Odběrový normativ živin na výnos 1 t semene řepky a odpovídající množství slámy (Balík a kol., 2007)	13
Tabulka č. 2: Návratnost živin do půdy posklizňovými zbytky včetně opadu listů (Balík a kol., 2007).....	13
Tabulka č. 3: Průměrný přívod živin do půdy ve statkových hnojivech živočišného původu (Klír a kol., 2008).....	14
Tabulka č. 4: Průměrné složení digestátu (Klír a kol., 2008)	15
Tabulka č. 5: Parametry charakterizující výnosovou schopnost ozimé řepky (Baranyk a kol., 2007)	20
Tabulka č. 6: Agrochemické vlastnosti půdy v Dobkově před založením pokusu	30
Tabulka č. 7: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2020	31
Tabulka č. 8: Průběh srážek a teplot – Dobkov 2021	31
Tabulka č. 9: Varianty pokusu	32
Tabulka č. 10: Pracovní operace Dobkov 2020/2021	32
Tabulka č. 11: Fenologické pozorování dle BBCH	36
Tabulka č. 12: Optimální obsah živin v sušině nadzemní biomasy řepky ozimé ve fázi butonizace (Balík a kol., 2007)	37
Tabulka č. 13: Analýza variance výnosu semen ozimé řepky	38
Tabulka č. 14: Průměrný výnos ($t \cdot ha^{-1}$) a průkaznost rozdílu dle Tukeyho testu	38
Tabulka č. 15: Analýza variance pro hodnoty olejnatosti semen ozimé řepky	39
Tabulka č. 16: Průměrná olejnatost semen (%) a průkaznost dle Tukeyho testu	40
Tabulka č. 17: Analýza variance hmotností tisíce semen ozimé řepky	41
Tabulka č. 18: Průměrná hmotnost tisíce semen (g) a průkaznost dle Tukeyho testu	41
Tabulka č. 19: Analýza variance počtu šesulí na rostlině	42
Tabulka č. 20: Průměrné počty šesulí na rostlině (ks) a průkaznost dle Tukeyho testu	42
Tabulka č. 21: Analýza variance počtu semen v šesuli.....	43
Tabulka č. 22: Průměrný počet semen v šesuli (ks) a průkaznost dle Tukeyho testu	44

Přílohy



Obrázek č. 1: aplikace insekticidu BBCH 13 (foto autora)



Obrázek č. 2: Fotografie porostu BBCH 26 (foto autora)



Obrázek č. 3: Aplikace minerálních hnojiv BBCH 31 (foto autora)



Obrázek č. 4: Kontrola porostu BBCH 55 (foto autora)
