

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Vliv lokální aplikace hnojiv na výnos ozimé řepky

Bakalářská práce

Autor práce: Zuzana Valinová

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Černý, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv lokální aplikace hnojiv na výnos ozimé řepky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jindřichu Černému, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování této bakářské práce.

Zároveň bych chtěla poděkovat Ing. Radku Košálovi a Ing. Janu Kučerovi ze společnosti AGROFERT a.s. za perfektně vedené a zpracované pokusy, jejichž výsledky jsou v práci uváděny.

Vliv lokální aplikace hnojiv na výnos ozimé řepky

Souhrn

Řepka ozimá (*Brassica napus* L.) je v ČR nejhojněji pěstovanou olejninou. V roce 2020 je v ČR oseto řepkou ozimou 370 tis. ha. Jedná se o plodinu, kterou lze využít beze zbytku. Avšak se jedná o plodinu, která je velmi náročná na živiny. Jelikož vyprodukuje velké množství biomasy, je tedy nutné harmonické zásobování živinami.

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením vlivu lokální aplikace hnojiv na růst a výnos řepky ozimé. Byly vyhodnoceny maloparcelkové pokusy založené společností Agrofert, a.s. na dvou stanovištích Kočí a Žabovřesky nad Ohří, v hospodářském roce 2014/2015. Na pokusech v Kočí bylo zhodnoceno několik dílčích pokusů. Jedna část se zabývala posouzením vlivu pěti různých druhů hnojiv na růst a výnos řepky. V pokusech byly založeny varianty s hnojivy LOVOSTART GSH NP 6-28+7S, CORN STARTER[®], AMOFOS NP 12-52, GSH NPK 10-10-10+13S a ENSIN[®]. V dalším dílčím pokusu byl zhodnocen přínos ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn se současným použitím lokálního hnojení. A v poslední části byl zhodnocen vliv dávky lokálně aplikovaného hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Na pokusech v Žabovřeskách nad Ohří byly hodnoceny dva různé pokusy. V prvním pokusu byl posuzován vliv hnojiv LOVOSTART GSH NP 6-28+7S, GSH NPK 10-10-10+13S a CORN STARTER[®] na růst rostlin a výnos. Ve druhém dílčím pokusu byl hodnocen vliv ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn se současnou lokální aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52, v porovnání s neošetřenou a nehnojenou kontrolou.

V podzimním i jarním období proběhla inventarizace porostů, při které byla sledovaná hmotnost kořenové sušiny, hmotnost nadzemní biomasy v sušině a průměr kořenového krčku. Po sklizni byl následně vyhodnocen výnos a stanovena olejnatost semen.

Již v podzimním období byl zaznamenán nárůst celých rostlin i průměru kořenového krčku oproti kontrole u variant s aplikovaným hnojivem CORN STARTER[®], AMOFOS NP 12-52 a GSH NPK 10-10-10+13S. Na obou pokusných stanovištích dopadla nejlépe varianta s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Při jarní inventarizaci byl opět zaznamenán nárůst rostlin u hnojených variant. Nejlepších výsledků dosáhly varianty s aplikovaným hnojivem CORN STARTER[®], GSH NPK 10-10-10+13S, ENSIN[®] a LOVOSTART GSH NP 6-27+7S. Po sklizni byl vyhodnocen výnos všech variant. Na pokusech v Kočí bylo na variantě hnojené hnojivem AMOFOS NP 12-52 v dávce 100 kg/ha zaznamenáno největší navýšení výnosu. Zde bylo zjištěno navýšení výnosu o 28,7 % oproti nehnojené kontrole. V Žabovřeskách nad Ohří byl nejvyšší nárůst výnosu ve srovnání s kontrolou zaznamenán u varianty s hnojivem CORN STARTER[®].

Při posuzování vlivu ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a současně lokální aplikace hnojiva bylo zjištěno, že v podzimním období dosáhla nejlepších výsledků varianta s pouhou aplikací hnojiva MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn bez použití lokálního hnojení. Po přezimování již ale dosahovaly lepších výsledků rostliny na variantě s ošetřeným osivem mikroprvky, kde při setí bylo lokálně aplikováno hnojivo CORN STARTER[®] v dávce

150 kg/ha. Po sklizni byl zjištěn velmi vyrovnaný výnos u všech variant. Nejvyššího výnosu pak bylo dosaženo na variantě s ošetřeným osivem, kde bylo při seti aplikováno hnojivo AMOFOS NP 12-52 „pod patu“.

Posledním dílčím tématem v bakalářské práci bylo vyhodnocení tří různých dávek hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S lokálně aplikovaného při seti řepky. V podzimním období byly všechny varianty velmi podobné jako nehnojená kontrola. Pouze u dávky 100 kg/ha byl zjištěn nižší nárůst rostlin. Po přezimování už všechny hnojené varianty dosahovaly lepších výsledků než kontrola. Stejný trend byl zaznamenán i po vyhodnocení výnosu. Všechny hnojené varianty měly vyšší výnos než kontrola. Nejvyšší navýšení o 31,3 % bylo zaznamenáno u varianty s nejvyšší dávkou hnojiva, a to 170 kg/ha.

Klíčová slova: lokální aplikace hnojiva, řepka ozimá, výnos, polní pokus, hnojení

Effect of band fertilizers application on yield of winter rape

Summary

Winter rape (*Brassica napus* L.) is the most grown oilseed crop in the Czech Republic. In 2020, 370 thousand hectares of winter rape are sown in the Czech Republic. It is a crop that can be used without residue. However, it is a crop that demands a lot of nutrients. As it produces a large amount of biomass, a regular supply of nutrients is essential.

The aim of the thesis is to assess the influence of local application of fertilizers on the growth and yield of winter rape. In economic year 2014/2015, small plot experiments were established by Agrofert, a.s. at two locations – Kočí and Žabovřesky nad Ohří. Several partial experiments were evaluated on plot experiments in Kočí. One part of the experiments was focusing on the effect of five different types of fertilizers on the growth and yield of winter rape. Variants with LOVOSTART GSH NP 6-28+7S, CORN STARTER®, AMOFOS NP 12-52, GSH NPK 10-10-10+13S and ENSIN® fertilizers were established in the experiment parcels. In another partial experiment, the benefit of seed treatment with MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn fertilizer with simultaneous use of local fertilization was assessed. And in the last experiment, the effect of the dose of locally applied fertilizer LOVOSTART GSH NP 6-28 + 7S was evaluated. Two different experiments were conducted and assessed on plot experiments in Žabovřesky nad Ohří. In the first experiment, the effect of LOVOSTART GSH NP 6-28 + 7S, GSH NPK 10-10-10 + 13S and CORN STARTER® fertilizers on plant growth and yield was evaluated. The second experiment evaluated the effect of seed treatment with MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn fertilizer with simultaneous local application of AMOFOS NP 12-52 fertilizer, in comparison with untreated in comparison to unfertilized part of the field.

In the autumn and spring period, a vegetation inventory took place, during which the weight of root biomass in dry matter, the weight of above-ground biomass in dry matter and the diameter of the root neck were monitored. After the harvest, the yield was subsequently evaluated, and the oil content of the seeds was determined.

Already in the autumn, in comparison to unfertilized part of the field, there was an increase in plant growth as well as in the diameter of the root neck in variants with applied fertilizer CORN STARTER®, AMOFOS NP 12-52 and GSH NPK 10-10-10 + 13S. It was found out that the variant with GSH NPK 10-10-10 + 13S fertilizer was the best at both plot experimental locations. An increase in plants growth was again detected in the fertilized variants during the spring vegetation inventory. Variants with applied fertilizer CORN STARTER®, GSH NPK 10-10-10 + 13S, ENSIN® and LOVOSTART GSH NP 6-27 + 7S achieved the best results. After harvest, the yield of all variants was evaluated. In Kočí, the largest increase in yield was recorded on the variant fertilized with AMOFOS NP 12-52 fertilizer at a dose of 100 kg/ha. There was an increase in yield by 28.7% in comparison to the unfertilized in comparison to unfertilized part of the field. In Žabovřesky nad Ohří, the biggest increase in yield was recorded for the variant with CORN STARTER® fertilizer compared to the unfertilized part of the field.

When it came to the assessment of the effect of seed treatment with MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn fertilizer and the simultaneous local fertilizer application, it was found out that the

variant with the application of MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn fertilizer without the use of local fertilization achieved the best results in autumn period. However, after a wintering, variant with plants that were seed-treated by microelements, where CORN STARTER® fertilizer was applied locally at a rate of 150 kg / ha during sowing, achieved better result. After harvest, a very balanced yield was found for all variants. Nevertheless, variant with the highest yield was the one with treated seed, where AMOFOS NP 12-52 fertilizer was applied "under the heel" during sowing.

The last goal of this thesis was an evaluation of three different doses of LOVOSTART GSH NP 6-28 + 7S fertilizer applied locally during rapeseed sowing. In the autumn, all variants were very similar to the unfertilized in comparison to unfertilized part of the field. Lower plant growth was observed only at a dose of 100 kg/ha. After overwintering, all fertilized variants achieved better results than the in comparison to unfertilized part of the field. The same applied for yield, all fertilized variants had a higher yield than the in comparison to unfertilized part of the field. The highest increase of 31.3% was recorded in the variant with the highest fertilizer dose, namely 170 kg/ha.

Keywords: local application of fertilizer, winter rape, yield, field experiment, fertilization

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Charakteristika ozimé řepky	3
3.1.1 Historie pěstování	3
3.1.2 Původ řepky ozimé	4
3.1.3 Současnost	4
3.1.4 Biologická charakteristika řepky ozimé	4
3.1.5 Význam pěstování řepky	5
3.2 Agrotechnika	7
3.2.1 Zařazení řepky v osevním postupu	7
3.2.2 Nároky na půdy	7
3.2.3 Příprava půdy a termín výsevu	8
3.2.4 Setí	8
3.2.5 Regulace zaplevelení	9
3.2.6 Ochrana proti chorobám a škůdcům	9
3.2.6.1 Houbové choroby řepky	9
3.2.6.2 Živočišní škůdci řepky	10
3.3 Výživa a hnojení	10
3.3.1 Vývoj hnojiv	10
3.3.2 Nároky řepky na živiny	10
3.3.3 Organická hnojiva	11
3.3.3.1 Význam hnojení slámou	12
3.3.3.2 Význam hnojení chlévským hnojem	12
3.3.3.3 Význam hnojení tekutými statkovými hnojivy	12
3.3.3.4 Význam hnojení kompostem	13
3.3.4 Minerální hnojiva	13
3.3.4.1 Význam hnojení dusíkem	13
3.3.4.2 Význam hnojení sírou	15
3.3.4.3 Význam hnojení fosforem	16
3.3.4.4 Význam hnojení draslíkem	16
3.3.4.5 Význam hnojení vápníkem	17
3.3.4.6 Význam hnojení hořčíkem	17
3.3.4.7 Význam hnojení stopovými prvky	18

3.4	Lokální hnojení řepky.....	18
3.4.1	Rizika spojená s plošnou aplikací hnojiv.....	18
3.4.2	Přednosti lokální aplikace hnojiv.....	19
3.4.3	Vliv lokálního hnojení na výnos rostlin.....	19
3.4.4	Vliv lokálního hnojení na mikronutrienty a jejich příjem řepkou ozimou	20
3.4.5	Vliv lokálního hnojení na životní prostředí	20
3.4.6	Způsoby lokální aplikace hnojiv.....	20
3.4.7	Mechanizace	21
3.4.7.1	Hnojení „pod patu“	21
3.4.7.2	Zonální aplikace hnojiva	22
4	Materiál a metody	23
4.1	Popis stanoviště.....	23
4.2	Agrotechnika	23
4.3	Charakteristika použitých hnojiv.....	25
4.4	Založení pokusných variant	27
4.4.1	Lokalita Kočí	27
4.4.2	Lokalita Žabovřesky nad Ohří	28
4.5	Odběry a měření.....	29
5	Výsledky	30
5.1	Výsledky porovnání různých druhů hnojiv.....	30
5.2	Vyhodnocení variant s ošetřením osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn se současným lokálním hnojením.....	36
5.3	Vyhodnocení různých dávek lokálně aplikovaného hnojiva.....	41
6	Diskuze	43
7	Závěr.....	46
7.1	Stanovisko k hypotézám	46
8	Literatura.....	48

1 Úvod

Řepka ozimá (*Brassica napus L.*) je v ČR nejhojněji pěstovanou olejninou. Samotné pěstování řepky ozimé není pro půdu velkou zátěží nebo snad rizikem. Řepka ozimá má poměrně hluboké prokořenění a po jejím sklizení zůstává v posklizňových zbytcích mnoho živin. Právě proto je ideální plodinou například po obilninách, které půdu vyčerpávají. Na druhou stranu je řepka náročná na kvalitu půdy a je nezbytné ji přihnojovat.

V dnešní době již není kladen důraz pouze na výnos plodin, ale také na udržitelnost a dopad zemědělství na životní prostředí. Minerální hnojiva prokázala v minulosti naší společnosti velkou službu a pokryla skokově se zvyšující potřebu lidstva po potravinách. Dnes se zájem vědců zaměřil na snížení rizik spojených s aplikací minerálních hnojiv v zemědělství. Hnojiva ohrožují kvalitu podzemních i povrchových vod a při volatilizaci do atmosféry jsou jejich sloučeniny skleníkovými plyny. V neposlední řadě dochází také k ekonomickým ztrátám, protože hnojiva nejsou rostlinami využita a půdní prostředí opouští bez jakéhokoliv podpoření výnosu rostlin. Dle současné metodiky je řepka ozimá hnojená plošně, ovšem právě tento způsob hnojení vede ke ztrátám hnojiv smyvem, vyplavením či uvolněním do atmosféry. Z tohoto důvodu je dnes aktuální otázkou aplikace hnojiv již při samotném setí plodin.

Hnojiva se mohou aplikovat přímo k semenům, takzvaně pod patu. V takovém případě nejen že dojde k významnému snížení nutného objemu hnojiv, ale rostlina roste již od samotného začátku v prostředí, s vysokým obsahem živin a prospívá. Rostliny pěstované systémem hnojení „pod patou“ se vyznačují bohatě rozvinutým kořenovým systémem, mohou tedy odolávat výkyvům počasí, dosáhnou na vzdálenější vláhu i živiny.

Nutno dodat, že tento postup hnojení je zatím dosti blokován mechanizací, kterou je třeba pro tyto účely ještě upravit či doplnit. Řepka je plodinou, které se u nás dobře daří, vývoji systému pro její hospodárnou produkci by tedy měla být věnována velká pozornost.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv lokální aplikace hnojiv ("pod patu") při výsevu ozimé řepky na výnos semen. Hodnoceny byly také výnosové parametry (hmotnost rostlin, hmotnost kořenů apod.).

Hypotézy

1. Předpokládá se, že lokální hnojení řepky ozimé má za následek nárůst hmotnosti nadzemní biomasy v porovnání s řepkou, kde nebylo lokální hnojení aplikováno.
2. Předpokládá se, že lokální hnojení u řepky ozimé má za následek nárůst hmotnosti kořenů a průměru kořenového krčku v porovnání s řepkou kde nebylo lokální hnojení aplikováno.
3. Předpokládá se, že při stejném druhu hnojiva ve stejné dávce, aplikovaného lokálně pod řepku ozimou, bude vyšší výnos na lokalitě s vyšším úhrnem srážek.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika ozimé řepky

3.1.1 Historie pěstování

Pěstování brukvovitých plodin sahá poměrně hluboko do historie, jejich malby byly nalezeny například v Pompejích. Dle vědeckých prací se na území starého kontinentu pěstovala řepka olejná již v 8-10. století našeho letopočtu, především na místech, které neumožňovaly pěstování olejnin (Peterson et al. 1983; Diepenbrock 2000).

Za vlády Marie Terezie se usilovalo o rozšíření pěstování řepky. Avšak sedláci ji kvůli své náročnosti nechtěli pěstovat. To se změnilo okolo poloviny 19. století, kdy právě náročnost pěstování řepky dala v Čechách zásadní podnět pro rozvoj agrotechnologií. A to hlavně díky propagátorovi systému střídání plodin F. X. Horskému. Začalo se využívat složitější kultivační nářadí. Řepka se hnojila chlévskou mrvou a již tehdy byl zaznamenán problém s hubením škůdců. Ke sklizni se používaly žací stroje (Baranyk et al. 2007).

Zlomovým rokem pro pěstování řepky v Československu se stal rok 1930. V této době byla řepka olejná pěstována na pouhých 1073 ha. Důvodem pro tak markantní snížení produkce byla především stále se zvyšující obliba svítiplynu a petroleje. Toto období ovšem netrvalo dlouho a od roku 1935 už se produkce jen zvyšovala (Salisbury et al. 1995; Olgivy et al. 1990).

V době okupace byly plochy pro pěstování řepky nařizovány. Na území Protektorátu Čechy a Morava dosahovaly rozlohy 38 tisíc ha. Tuto rozlohu si řepka udržela i po roce 1945. V době kolektivizace osevní plochy této plodiny mírně rostly. A v 80. letech minulého století již plochy s řepkou překračují hranici 100 000 ha a postupně se začínají prosazovat zahraniční odrůdy (Baranyk et al. 2007).

Se zvyšující se pěstební plochou dochází k vylepšování technologie pěstování. Řepka se vysévá do úzkých obilních řádků a jsou na ni aplikovány přípravky proti škůdcům (Kazda & Kocourek 2016).

Významným šlechtitelem řepky byl Kryzmanský, který se zasloužil o snížení obsahu glukosinolátů (sloučeniny síry) a dal tak vzniknout novým, takzvaným dvounulovým „00“ odrůdám. Díky sníženému obsahu sloučenin síry a kyseliny erukové se zbytky ze zpracování řepky staly významným zdrojem pro krmivářský průmysl.

V roce 1983 vznikl ve spolupráci Pražské vysoké školy, pěstitelů a zpracovatelského průmyslu SVŘ – sdružení Systém výroby řepky, jehož úkolem bylo snížit dovoz řepky, prostřednictvím posílení vlastní výroby. Sdružení investovalo nemalé prostředky do vědy a výzkumu pěstování olejnin. Po revoluci došlo ke změnám koncepce a vzniká SPZO Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin (Baranyk 2009).

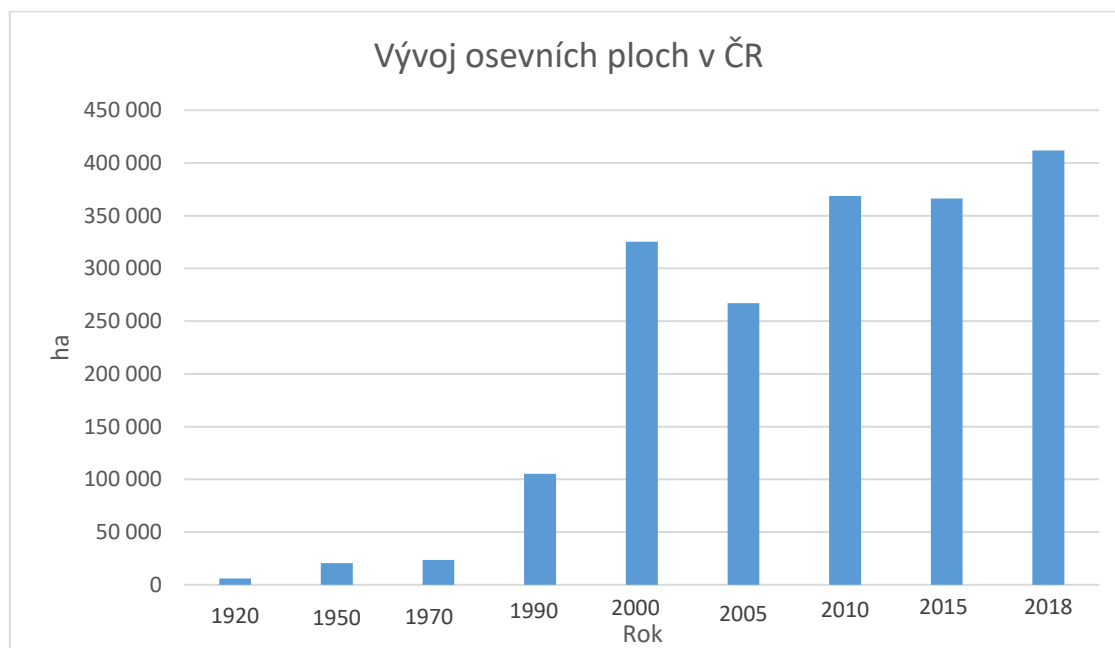
V současnosti představuje řepka ozimá významný produkt zemědělství.

3.1.2 Původ řepky ozimé

Neexistují vědecky podložené důkazy, které by potvrzovaly teorii původu řepky ozimé. S určitostí víme jen to, že se řepka setá (*B. napus*) spontánně nevyskytuje a že se jedná o amfidiploid (jedinec s genetickou informací dvou sad chromozomu od obou rodičů) brukve zelené – *B. oleracea* a plané řepice – *B. campestris*. Oba tyto druhy se vyskytují v oblasti jihozápadní Evropy a ve východní Asii (Baranyk et al. 2007).

3.1.3 Současnost

Řepka je světově pěstována na ploše 30 mil. ha, z čehož je vyprodukováno 50 mil. tun řepkového semene ročně. Nejvýznamnějším producentem je EU, následuje Čína a Kanada. Statistika se ovšem může velmi rychle změnit, protože řepka se začíná pěstovat i v USA a v zemích bývalého SSSR. (Fábry 1992). Vývoj osevních ploch v České republice v řádu desetiletí je uveden v grafu č.1 kde je vidět rozmach pěstování řepky po roce 1990. To je spojeno s propadem chovu hospodářských zvířat. Z polí ustupovaly plochy jetelovin, luskovin a na obilí, které dříve spotřebovávala zvířata, nebyl odbyt (Bečka et al. 2007). V roce 2020 je v ČR oseto řepkou ozimou 370 tis. ha (Volf 2020).



Graf č.1 Vývoj osevních ploch řepky v České republice v letech 1920-2018 (ČSÚ 2019)

3.1.4 Biologická charakteristika řepky ozimé

Řepka je plodinou mírného pásma a lze jí pěstovat od nížin až do nadmořských výšek kolem 700 m. Pěstuje se ve formě jarní i ozimé. Řepce nevyhovují vysoké letní teploty ani velké výkyvy mezi teplotou přes den a v noci. Díky velmi rozvinutému kořenovému systému je ale schopna přežít i tuhé zimy a je velmi odolná proti výkyvům počasí. Vhodný poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou umožňuje řepce dobře hospodařit s vodou i živinami. Kořeny, v závislosti na kvalitě osiva, klimatické situaci a parametrech půdy, sahají od 105 cm do 175 cm. Výnos z hektaru řepky se pohybuje od 150 kg do 4780 kg. Navzdory

zmíněné odolnosti řepky jsou pro řepku dva faktory velmi důležité. Za prvé jde o dostatek vláhy při setí a bezprostředně po něm a za druhé charakter zimy, který se významně podepisuje na kvalitě řepky. Nedostatek vody se negativně projevuje především ve fázi prodlužovacího růstu a kvetení řepky. Zmírněním dopadu těchto rizik se zabývá šlechtění, které přináší stále odolnější odrůdy (Vaněk et al. 2007).

Řepka se vyznačuje vysokým podílem samosprašnosti. Poměr cizosprašnosti a samosprašnosti je 20:80 %. Květy řepky jsou složeny ze čtyř lístků (obrázek č. 1), a uvadají třetí den. Plodem řepky je šešule, většinou dlouhá 5-10 cm (obrázek č. 1). Po dozrání šešule puknou. Pukání šešule je nežádoucí jev, při kterém semena (šešule jich obsahuje 10-20) předčasně padají (Zehnálek et al. 2008).

Nejvhodnější půdy pro dobré vzcházení a růst řepky jsou provzdušněné, hluboké, kapilární, hlinité, písčitohlinité až hlinitopísčité půd.

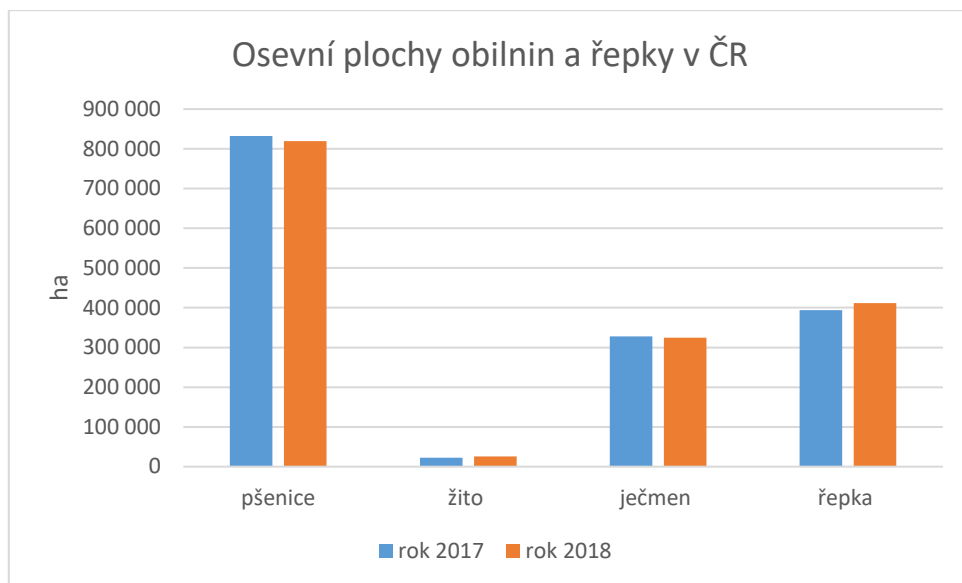


Obrázek č.1 šešule a květ řepky olejně (Baranyk et al. 2007)

3.1.5 Význam pěstování řepky

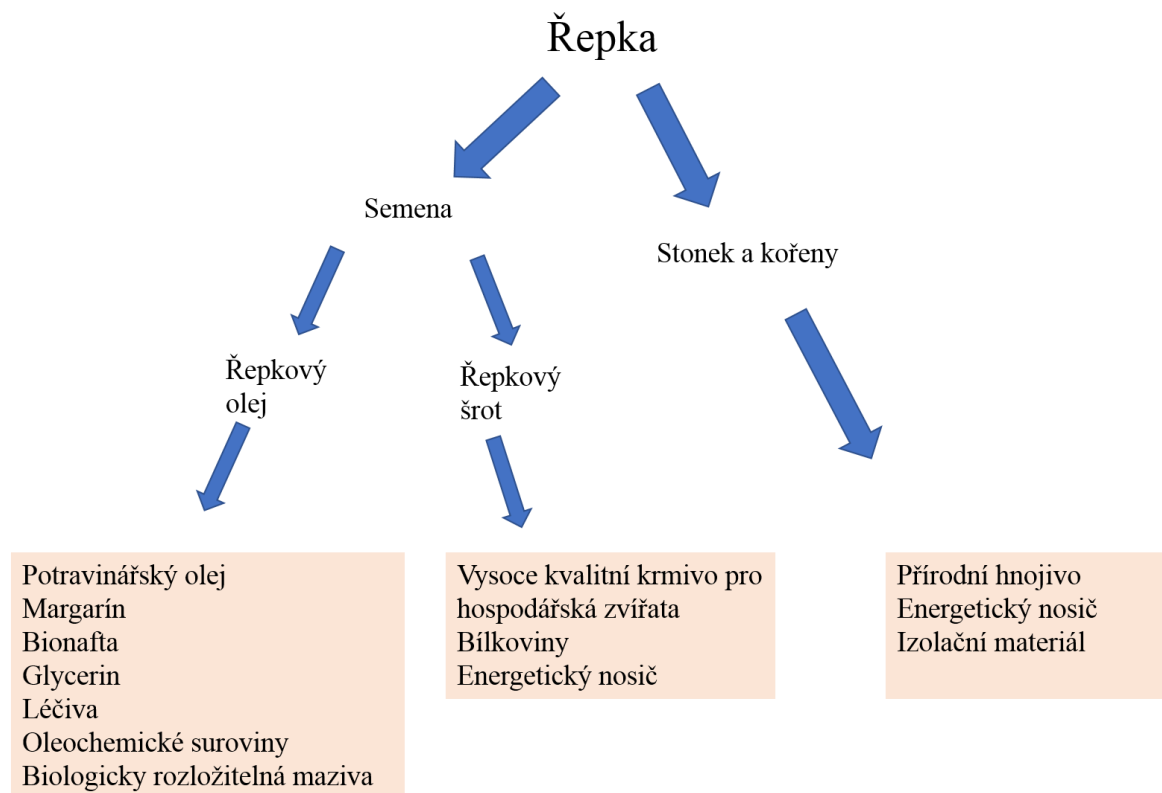
Řepka tvoří třetinu všech ozimých plodin pěstovaných v ČR (Graf č.2). Je plodinou, kterou lze využít beze zbytku. Nejlukrativnější části jsou semena, ale jak je patrné z obrázku č. 2 i ostatní části lze využít, především pak v zemědělství.

Semena jsou tedy hlavní částí, pro která je řepka pěstována. Hlavním produktem dostávaným lisováním ze semen je olej a jako druhotné zpracování je získávání řepkových šrotů a pokrutin pro krmné směsi. Zelenou hmotu je možné využívat jako pícninu nebo zaorávkou jako zelené hnojení.



Graf č. 2 Porovnání celkových ploch obilnin a řepky v ČR (ČSÚ 2019)

Jak píše Baranyk et al. (2007) využití řepky ozimé lze rozdělit do čtyř stěžejních oblastí: potravinářství, krmivářství, oleochemie, energetické využití.



Obrázek č.2 Možnosti využití řepky (sestaveno na základě údajů od Jevič 2009)

3.2 Agrotechnika

3.2.1 Zařazení řepky v osevním postupu

Základním požadavkem na předplodinu je její včasná sklizeň, aby umožnila kvalitní přípravu půdy s rovnoměrně rozprostřenými a dobře zapravenými posklizňovými zbytky a následné zasetí řepky ve správném agrotechnickém termínu. Nejvhodnější předplodinou jsou rané brambory, hrách, luskovinnové směsky, jetel a jetelotravní směsky. V dnešní době jsou ale pozitivní účinky těchto předplodin využívány přednostně u ozimé pšenice.

Řepka je proto zpravidla zařazována po obilninách, z čehož plyne několik rizik. Jde především o výdrol předplodiny, či posklizňové zbytky, především pokud jsou nedostatečně rozloženy. Problematické mohou být i herbicidy použité na předplodině. Pokud v půdě zůstala jejich rezidua, mohou inhibovat růst řepky (Wu et al. 2011).

3.2.2 Nároky na půdy

Pro pěstování řepky se volí zpravidla kvalitní půdy, jejíž pH se může pohybovat do mírně alkalických hodnot (pH 6-7,2) s vysokým obsahem dostupných živin. V případě nevhodného pH či nedostatku přijatelných živin dochází k zásadním ztrátám na výnosu plodiny, v takovém případě je třeba půdu vápnit ideálně k předplodině. Dále jsou, jak uvádí Hřivna, Richter (2009) vhodné půdy středně těžké až těžké. Od toho názoru se současné vědecké práce odklání a uvádí se, že pokud jsou dodrženy ostatní nároky řepky, především dostatečná vláh a obsah živin, může řepka prospívat i na půdách lehkých. Autor také uvádí za ideální obsah humusu 1,5 % (Bečka et al. 2007).



Obrázek č. 3 – podrývání půdy (AGRI CS 2018)

3.2.3 Příprava půdy a termín výsevu

Jak již bylo uvedeno, řepka je rostlina s poměrně hlubokým zakořeněním, a tomu by měla odpovídat i příprava před setím. Půda by měla být do hloubky prokypřena, aby se předešlo případnému ohýbání kořene a mělkému prokořenění. Volí se buď prohlubování, podrývání (obrázek č. 3) či klasická orba. Hloubka prokořenění je zásadním obraným systémem v případě, kdy je rostlina stresována suchem (Richter 2005). Redukované zpracování půdy vystavuje řepku většímu tlaku výdrolu, zvýšenému riziku přenosu houbových chorob z posklizňových zbytků a nedostatečně omezuje životní cykly škůdců (Baranyk et al. 2007)

Předset'ovým zpracováním půdy se zlikvidují vzcházející plevy a vytvoří se optimální podmínky pro uložení osiva. Kvalitní předset'ová příprava zajistí rovnoměrné vzcházení rostlin. Na lehčích půdách postačí k vytvoření set'ového lůžka hřebové brány, na těžších půdách jsou vhodnější kombinované kypřiče. Kypření by nemělo být prováděno hluboko aby nedocházelo prosychání půdního profilu a aby nedocházelo k vynášení posklizňových zbytků na povrch půdy (Baranyk et al. 2007). Předset'ovou přípravou můžeme zapravovat průmyslová hnojiva do půdy. V současné době se velmi využívají secí kombinace (obrázek č. 4) (Bečka et al. 2007).



Obrázek č. 4 – Secí kombinace (Lemken 2020)

3.2.4 Setí

Optimální termín setí je při pěstování řepky velmi důležitý. Správně, a hlavně včas založený porost je základem pro dobré přezimování, uspokojivý zdravotní stav a uplatnění výnosové schopnosti řepky (Bečka et al. 2007).

Baranyk a kolektiv (2007) odvozují dobu setí od nadmořské výšky, ve které se řepka pěstuje:

1. V polohách do 250 m.n.m. – setí v mezích od 25.7. do 5.9.
2. V plochách kolem a nad 500 m.n.m. – setí v mezích od 25.7. do 15.8.

Porost řepky by měl vzejít od konce srpna. V podmínkách České republiky je optimální počet 40 až 60 jedinců/m² u liniových odrůd a 30 až 50 jedinců/m² u hybridních odrůd. V hustých porostech jsou rostliny vytáhlé, málo větví, bývají častěji napadeny houbovými chorobami a jsou náchylnější k poléhání. U řídkých porostů dochází k častému zaplevelení a bývají více napadány škůdci (Baranyk et al. 2007).

Řepka se seje do hloubky 2 cm, v sušších oblastech se může jednat o 3 cm, ale v tomto případě platí, že čím hlubší výsev tím nižší výnos. K seti do větší hloubky se přistupuje i tam, kde hrozí přítomnost fytotoxického herbicidu (Kurpjuweit et al. 2009). Optimální meziřádková vzdálenost je 12,5 cm. Řádky široké 45 cm volíme u porostů kde budeme během vegetace provádět mechanickou likvidaci plevelů.

3.2.5 Regulace zaplevelení

Ozimá řepka se vyznačuje dobrou konkurenční schopností, přesto zaplevelení porostu je významným problémem, který může ovlivnit konečný výnos plodiny. Hlavní a nejvíce škodlivé plevele řepky ozimé jsou vzrůstné a vysoce konkurenceschopné jednoleté přezimující druhy. V celé republice jsou nejvíce rozšířené heřmánkovité plevele, svízel přítula a v poslední době také mák vlčí, chrpa modrá, úhorník mnohohlílný či bolehlav plamatý.

Regulace plevelů může probíhat dvojím způsobem:

1. Preemergentní aplikace herbicidů – herbicid je aplikován do tří dnů od setí, situaci často komplikuje počasí. Setba je chráněna již od počátečního růstu, přípravky jsou ovšem poměrně drahé
2. Postemergentní aplikace herbicidů proti dvouděložným – herbicidy se aplikují až během růstu řepky. Tento systém není tak spolehlivý jako výše zmíněný. Často se používá spíše pro odstranění nedostatků Preemergentní aplikace herbicidů (Richter et al. 2005; Baranyk et al. 2007).

3.2.6 Ochrana proti chorobám a škůdcům

Ochrana řepky proti houbovým chorobám a živočišným škůdcům se stala nedílnou součástí technologie pěstování. Pro udržení zdravého porostu je důležité dodržovat i základní agrotechniku. Agrotechnická ochrana spočívá v provádění orby a tím kvalitnímu zapravení posklizňových zbytků kde často přežívají původci houbových chorob. Kvalitní orba omezuje i přezimování mnoha škůdců. Další důležitou zásadou je dodržovat v osevním postupu alespoň čtyřletý odstup mezi brukvovitými plodinami. A ani by neměla být setá v blízkosti ploch kde byly jiné brukvovité plodiny sklizeny (Kazda et al. 2010).

3.2.6.1 Houbové choroby řepky

Řepka je napadána mnoha houbovými patogeny. Inzultací rostlin vede k značnému zásahu do fyziologie napadených rostlin. Rostliny mohou být napadány na narušených místech a požercích, ale také aktivně intaktním povrchem rostlin. Houbové choroby způsobují od 21. století stále častěji významné hospodářské škody (Kazda et al. 2010).

3.2.6.2 Živočišní škůdci řepky

Řepka patří k plodinám nejčastěji napadaných škůdci. To ohrožuje dobrý a vyrovnaný růst rostliny a tvorbu výnosu. Od výsevu až po sklizeň je řepka napadána velkým množstvím škůdců. Na rostlinách způsobují škody přímo požerem nebo posáváním. Nepřímé škody vznikají tím, že napadená místa slouží jako brána pro další patogeny (Baranyk et al. 2007).

3.3 Výživa a hnojení

3.3.1 Vývoj hnojiv

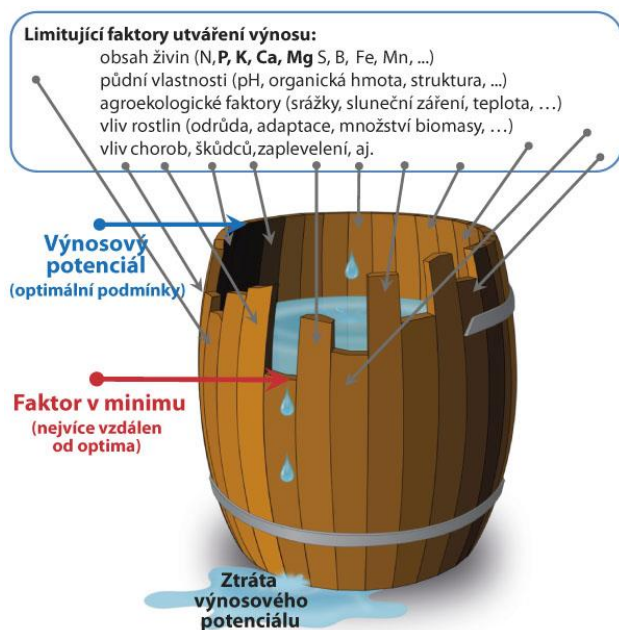
Ještě na počátku 19. století nebylo jasné, jak přesně půda vyživuje rostliny i když se vědělo, že degradací půdy zásadně klesá její potenciál pěstovat plodiny. Půdy byly dotovány organickými hnojivy, především chlévskou mrvou. Z anorganických látek byl do půdy dodáván především popel. Význam solí jako hnojiv objasnil uznávaný německý chemik Justus Von Liebig, který rozdělil pletiva v rostlině na bílkoviny, sacharidy a tuky. Dále zdůraznil význam jednotlivých prvků ve vývoji rostliny, zavedl tzv. minerální teorii, díky čemuž je považován za otce agrochemie. Jak již bylo uvedeno chlévská mrva sloužila jako organické hnojivo, ovšem její funkci v půdě objasnil až John Lawes, šlechtic, jenž své sídlo přeměnil na laboratoř. V laboratoři pracoval s dusičnany a fosfáty a na základě jeho výzkumu se zrodila nová odnož průmyslu, Průmysl strojených fosfátových hnojiv (Baranyk et al. 2007).

3.3.2 Nároky řepky na živiny

Řepka je plodina, která je na živiny velmi náročná. Sama vyprodukuje poměrně velké množství biomasy a je nutné harmonické zásobování živinami, ideálně po celou dobu jejího růstu. Na druhou stranu značné množství živin zůstává na poli v posklizňových zbytcích, což dělá z řepky velmi vhodnou předplodinu (Kurpjuweit et al. 2009). Co se týče konkrétní potřeby živin, záleží na odrůdě řepky. Typická je potřeba 60 kg **N** a **K**, dále 11 kg **P**, 4,8 kg **Mg**, 16-18 kg **S** na 1 t semen (Baranyk et al. 2007).

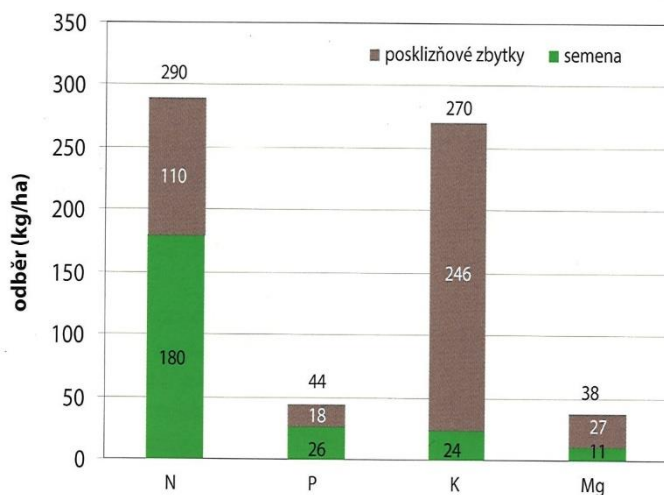
Obrázek č. 5 znázorňuje limitující faktory utvářející výnos. Z obrázku je patrné, že stačí nesplnit jedinou potřebu rostliny a je snížený celý výnos.

Po prokořenění půdního profilu má řepka mnohem vyšší schopnost příjmu živin než např. obilniny. Vyznačuje se dobrou osvojovací schopností a dokáže využívat i méně dostupné formy živin (Vaněk et al. 2016). Nejvyššího efektu je dosahováno, když půda sama o sobě umožňuje řepce příjem živin v náležitě vyšší a ve vzájemně vyrovnaných poměrech (Baranyk et al. 2007).



Obrázek č. 5 Limitující faktory utváření výnosu (Černý et al. 2018)

Řepka začíná vegetovat již koncem zimy či brzy z jara. Největší příjem živin začíná při dlouhivém růstu a pokračuje až do konce kvetení. V další fázi vegetace již rostlina živiny redistribuje z listů a stonků do šesulí a semen (Vaněk et al. 2016).



Graf č. 3 Množství živin v semeni a v posklizňových zbytcích ozimé řepky (Vaněk et al. 2016)

3.3.3 Organická hnojiva

Organické hnojení představuje tradiční způsob, jak pokrýt rostlinou potřebu živin. Bývají většinou produkována přímo v zemědělském podniku. Organická hnojiva jsou v půdě postupně mineralizována, díky čemuž dochází k pozvolnému uvolňování živin a je tak pokryta spotřeba rostlinami. Kromě rostlin z aplikace organických hnojiv profitují i půdní organismy. V současnosti je obsah organické hmoty, především jeho snížení, velmi skloňovaným tématem. Právě ztrátě organické hmoty z půdy je připisována snižena kapacita půdy zadržovat vláhu, což se pak významně odráží i ve výnosu plodin, nástupu eroze a podobně.

Organická hnojiva příznivě ovlivňují fyzikální vlastnosti půdy, především tvorbu a stabilitu půdních agregátů. Organická hnojiva jsou komplexní látky a jak uvádí Badalíková et al. (2012) je třeba vypočítávat množství jejich aplikace dle potřeby konkrétních plodin. Organická hnojiva je třeba do půdy zapravovat. Za ideální termín je považován přelom mezi létem a podzimem. V tomto období je půda bez vegetace a před setím. Navíc je to termín kdy na polích zůstává sláma a kdy je ideální počasí k „dozrávání“ chlévského hnoje (Černý et al. 2014).

3.3.3.1 Význam hnojení slámou

Sláma je tvořena především organickými látkami, konkrétně celulórou, ligninem a hemicelulórou, jež jsou štěpeny mikroorganismy.

Sláma má vysoký poměr C: N, až 100:1 (poměr mezi dusíkem a uhlíkem). K tomu, aby mohli půdní organismy rozkládat organickou hmotu potřebují poměr C/N 30:1. Pro mikroorganismy tedy představuje lukrativní zdroj až v momentě, kdy je aplikována spolu s chlévskou mrvou nebo jiným na dusík bohatým hnojivem. Doporučená dávka dusíku na 1 t slámy je 5-8 g (Černý a kol., 2014). Výjimku by mohly představovat půdy s vysokým obsahem dusíku, ovšem takových v zemědělských obhospodařovaných oblastech příliš není. Sláma je, co se týče ozimé řepky, méně doporučované organické hnojivo. Důvodem je především krátký časový interval mezi zapravením slámy a setím řepky ozimé. Pokud je sláma přesto před ozimou řepkou zapravena doporučuje se aplikovat organické i minerální hnojivo přímo na ni (Kurpjuweit et al. 2009; Badalíková et al. 2012). Ideální by bylo aplikovat na strniště kejdu a tu následně orbou nebo podmítkou zapravit (Baranyk et al. 2007).

3.3.3.2 Význam hnojení chlévským hnojem

Hnojem se hnojí hlavně plodiny s delší vegetační dobou, které jsou náročné na plynulé a dlouhodobé dodávání živin v pohotové formě (Baranyk et al. 2007). Hnojení řepky chlévským hnojem je tradičním způsobem, který ovšem postupně ustupuje, především díky celkovému úbytku statkových hnojiv. I když chlévská mrva obsahuje vysoké procento dusíku, je nutné zmínit, že jak uvádí Černý et al. (2014), 2/3 tohoto množství jsou v organické formě a je nutná jejich mineralizace.

Hněj používáme především na lehkých a středních půdách s tříletým cyklem při dávce 20-40 t/ha. Vzhledem k časnému setí řepky se upřednostňuje hnojení k předplodině většinou pšenici ozimé či ozimému ječmeni. Při hnojení přímo k řepce je nutné zaorat hněj alespoň 3-4 týdny před setím (Vaněk et al. 2016).

3.3.3.3 Význam hnojení tekutými statkovými hnojivy

Jde především o kejdu, hnojůvku a močůvku. Převážná část živin je v hnojivech přítomna v kapalné fázi. Po aplikaci do půdy se tak stávají mobilními. Poměr C: N se pohybuje v rozmezí 6-8:1 a dusík je přítomen v amoniakální formě. Kvalitní kejda je srovnatelná s ostatními statkovými hnojivy, do půdy dodává organické látky a snadno přijatelné živiny. Na hnojení kejdou řepka velmi dobře reaguje (Baranyk et al. 2007).

Kejdu je možné k řepce aplikovat v určitých termínech a to:

1. Na strniště – Kejda se aplikuje po sklizni předplodiny a bezprostředně po tom se zapravuje, aby nedocházelo ke ztrátám volatilizací. Doporučená dávka kejdy by neměla překračovat dávky u kejdy skotu 25 t/ha, prasat 15 t/ha a drůbeže 10 t/ha.
2. Ve fázi 4–6 pravých listů – v této fázi by dávka neměla překračovat 60 kg N/ha.
3. Aplikace na jaře – Kejdu je možné aplikovat nejdříve na konci února či začátku března. Naopak nejzazší termín je koncem dubna. Vhodná dávka kejdy pro toto období je 40 t/ha, ideální je tuto dávku rozdělit na dvě části (Černý et al. 2014). Aplikace kejdy v průběhu vegetace probíhá systémem vlečných hadic.

3.3.3.4 Význam hnojení kompostem

Kompost je často označován jako ideální hnojivo, obsahuje dostupné živiny, stabilní organickou hmotu, nesoutěží s rostlinami a půdními organismy o vodu, celkově zlepšuje kvalitativní parametry půdy, v neposlední řadě představuje způsob smysluplného využití biologických odpadů. Problematická stránka kompostu je, ve srovnání s ostatními statkovými hnojivy, náročná technologie výroby. Z tohoto důvodu je kompost považován za dražší organické hnojivo. Kromě toho že kompost ovlivňuje obsah živin v půdě blahodárně působí i na fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a zlepšuje její zpracovatelnost (Wu et al. 2011).

3.3.4 Minerální hnojiva

Minerální hnojiva jsou látky, které se do půdy dostávají ve formě granulí či kapalin. Oproti organickým hnojivům jsou snáze skladovatelné a je možné jejich přesné dávkování. Na druhou stranu je jejich výroba energeticky náročná a jejich ložiska se velmi rychle vyčerpávají. To platí především pro fosfor. Minerální hnojiva mohou při nesprávné manipulaci ohrozit i kvalitu životního prostředí, především podzemních a povrchových vod (Smalla et al. 2001). Minerální hnojiva se vyznačují vyšším obsahem živin a mohou obsahovat i více živin. Jsou vyráběna z přírodních surovin a zdrojem dusíku je přímá syntéza amoniaku z dusíku a vodíku.

3.3.4.1 Význam hnojení dusíkem

Dusík je spolu s fosforem nejdůležitější živinou. Tento prvek je obsažen ve všem živém a pokud je v nedostatku, organismus se nemůže rozrůstat.

Nároky řepky na výživu dusíkem jsou velké. Vaněk et al. (2007) uvádí že na 1 t semene rostlina spotřebuje 50-55 kg dusíku. Tento prvek je součástí nukleových kyselin, aminokyselin a řady dalších významných prvků. Nejvíce dusíku odebírají rostliny v období intenzivního růstu a vyžadují v dostatečném předstihu dostatek této živiny v půdě (Vaněk et al. 2016). V nadzemní biomase obsahuje řepka až 300 Kg/N/ha. Odběr dusíku je ovlivněn půdními a povětrnostními podmínkami ale také odrůdou.

Nedostatek dusíku u rostlin má za následek snížení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorby všech jejich podstatných orgánů (větvi, listů, opad květních pupenů i květů, redukuje počet šesulí na větvi). Starší listy postupně

žloutnou až usychají (Vaněk et al. 2016). Rostliny jsou slabší a nižší, porosty bývají často nevyrovnané a světlejší (obrázek č. 6) (Baranyk et al. 2007).



Obrázek č. 6 Deficit dusíku v porostu řepky (Vaněk et al. 2016)

Při nadbytku dusíku jsou rostliny sytě zelené, robustní a prodlužuje se vegetační doba. Rostliny hůře přezimují, jsou vyšší, bohatě větví, nevyrovnaně kvetou a dozrávají, snižuje se obsah oleje v semeni. Díky tomu, že jsou rostliny větší je porost hustší což může vest k rozvoji plísní (Baranyk et al. 2007).

Řepka odebere nejvíce dusíku v období intenzivního růstu. Proto se větší část potřebného dusíku aplikuje až po přezimování. Hnojení dusíkem proto rozdělujeme do základního hnojení a přihnojení v několika dávkách (Vaněk et al. 2016).

1. Základní hnojení – Hnojení před setím. Důležité pro zajištění dobrého růstu a následného přezimování mladé rostliny. Do tohoto typu hnojení spadá i takzvané hnojení pod patu. Doplnujeme pouze chybějící dusík půdě (což zjistíme z rozborů půdy), aplikujeme max. 60 kg/ha. Vyšší dávka by mohla vést k přerůstání rostlin a následně snadnějšímu poškození mrazem.
2. Hnojení během vegetace – Hnojení je možné provést, v několika termínech podle stavu porostu. Převážná část celkové potřeby se aplikuje v jarním období.
 - a. Podzimní přihnojení – většinou přihnojujeme pouze slabé porosty, méně úrodné půdy či pokud nebylo před setím vůbec hnojeno. Koncem září či začátkem října aplikujeme 20-30 kg N/ha.
 - b. Jarní přihnojení – nejdůležitější přihnojení dusíkem pro zajištění dobrého výnosu. Nejlépe rozdělit do několika dílčích dávek:
 1. Dávka (regenerační) – Regenerace kořenového systému a počátek růstu nadzemních částí. Řepka začíná růst při teplotě 1,9 °C, v této době je tedy potřeba dodat potřebné množství dusíku. Obvykle jde o první týden v březnu i když v některých letech již

koncem února. Za ideální dávku je považováno 60-90 kg/ha, doporučuje se dávku rozdělit na dvě části, které se aplikují s odstupem 14 dní. Výše dávky a doba závisí na teplotních podmínkách a vlhkosti půdy.

2. Dávka – Tvorba nadzemní biomasy až počátek prodlužování. Běžně se aplikuje dávka 50-80 kg/ha v období prvního týdne dubna. Zde je dávka závislá na kvalitě porostu, v případě snížené kvality je možné dávku navýšit
3. Dávka – fáze žlutých pupat. Třetí dávka hnojení je třeba především na méně kvalitních půdách, tedy písčitých či s nižším obsahem živin (Ryant et al. 2016). Vaněk et al. (2016) uvádí, že se také osvědčuje při předpokladech dosažení rekordních výnosů v dávce 20-30 kg N/ha.

3.3.4.2 Význam hnojení sírou

Požadavky na síru jsou jedním z hlavních důvodů, proč je řepka řazena mezi na živiny nejnáročnější plodiny. Pro výnos 1 t semene řepky je třeba dodat 17 kg síry. Řepka ale disponuje schopností uvolňovat síru i z méně mobilních forem v půdě (Baranyk et al. 2007). Síra je součástí mnoha organických látek, bílkovin, aminokyselin a enzymů. Dále tvoří stavební materiál rostliny, je také důležitá při metabolismu dusíku. Síra je stejně jako dusík zapojena do syntézy řady organických látek. Nedostatek síry se projevuje žloutnutím listů, nejprve na mladších a postupně se šíří celou rostlinou. Řepku trpící nedostatkem síry zobrazuje obrázek č. 7. Rostlina má málo listů a semena bud drobná nebo úplně chybí (Malarz et al. 2008).



Obrázek č. 7 Deficit Síry (Kurpjuweit H. 2009)

Síra se běžně aplikuje v těchto termínech:

1. Základní hnojení – Aplikace před setím řepky, dávka asi 20 kg S/ha.
2. Podzimní hnojení – Síra se k řepce přidává po vzejití i během podzimu. Pokud rostlina v tomto období trpí nedostatkem síry, nebo nebyla-li S aplikována přes setím. K projevům dochází nejprve na mladých listech, které světlají a žloutnou. Pokud nepříznivá situace pokračuje přenáší se vliv na starší silnější listy.
3. Jarní hnojení – Pro obnovení vegetace po zimě je třeba aby byl v půdě dostatek lehce dostupných forem síry. Půda by měla obsahovat 60 kg vodorozpustné formy síry na hektar (Malarz et al. 2008; Ryant et al 2016).

3.3.4.3 Význam hnojení fosforem

Fosfor je prvek, který je součástí významných sloučenin, podílí se na biochemických pochodech, především na fotosyntéze. V případě, kdy není pokryta potřeba fosforu je redukován vývoj kořene. Příznivě působí na tvorbu květů a semen. Má vliv i na olejnatost semen. V důsledku je tedy snížen příjem všech živin. Většinu fosforu rostliny přijímají až během jarní vegetace a příjem vrcholí na konci tvorby šesulí nebo v období zrání. Nedostatek fosforu indikuje purpurové zbarvení listů (obrázek č. 8) a v období zrání snížený počet semen.

Na druhou stranu, pokud roste řepka v dostatečném množství fosforu, květy jsou silné. Semena takové rostliny mají vysoké energetické zásoby a snáze klíčí. Aby se předešlo případnému strádání rostliny bezprostředně po vyklíčení, začíná se fosfor aplikován takzvaně pod patu. Tato metoda bude podrobněji popsána v kapitole č. 4 (Richter et al. 2005).

Fosfor je v půdě málo pohyblivý a jeho obsah v půdním roztoku nízký. Dodaná dávka fosforu by tedy měla odpovídat nejenom exportu fosforu z půdy, ale na půdách s nižším obsahem ještě něco navíc pro doplnění zásoby v půdě. Fosforečná hnojiva je nutné zapravit při zpracování půdy tak, aby se hnojivo dostalo do celého profilu půdy (Vaněk et al. 2016).



Obrázek č. 8 Deficit fosforu (Baranyk et al. 2007)

3.3.4.4 Význam hnojení draslíkem

Draslík je důležitým prvkem při transportu látek rostlinou (Kulhánek et al. 2014). Příjem draslíku rostlinou probíhá jak aktivně, tak i pasivně. Při vysoké koncentraci K v půdě, může docházet k zvýšenému příjmu K a jeho hromadění v pletivech. Což vede k omezení příjmu jiných kationtů např. Na, Mg, Ca (Vaněk et al. 2016). Podílí na příjmu vody a na otevírání a zavírání rostlinných průduchů. Právě proto je v současnosti, kdy jsou rostliny často vystavovány stresu suchem skloňovaným tématem. Je důležitý při tvorbě květu a šesulí. Draslík se nachází nejvíce ve vegetativních částech rostliny, proto po sklizni zůstává i velká část na poli (Kurpjuweit 2009).

Rostliny s dobrým zásobením draslíkem se vyznačují pevnou buněčnou stěnou a lépe dozrávají. Naopak nedostatek draslíku snižuje schopnost řepky odolávat suchu a je snížena i její odolnost vůči chorobám. Na rostlinách je pak patrna nekróza od okraje listu, která může být

zakončena až zaschnutím a opadnutím listu (Duscay 2014). Počáteční důsledek deficitu draslíku na řepku ozimou je patrný z obrázku č. 9.

Draslíkem hnojíme zpravidla před předset'ovou přípravou půdy. Vhodnými hnojivy jsou draselné soli či síran draselný.



Obrázek č. 9 Deficit draslíku (Kurpjuweit 2009)

3.3.4.5 Význam hnojení vápníkem

Vápník je rostlinami přijímán hlavně pasivně z půdního roztoku. V rostlině je vápník součástí membrán buněčných stěn, proto je důležitý pro celkovou odolnost rostliny. Vápník je dalším prvkem, který ovlivňuje vývoj kořenového systému a tím pádem schopnost rostliny přijímat živiny a vláhu obecně. Rostliny dostatečně zásobeny vápníkem mají bohaté kořenové vlásnění díky čemuž také odolávají výkyvům počasí a škůdcům (Vaněk et al. 2016). Při nedostatku vápníku jsou rostliny menší a nedokvétají a celkové může dojít k poškození vrcholu rostliny (obrázek č. 10).



Obrázek č. 10 Deficit vápníku (Baranyk et al. 2007)

3.3.4.6 Význam hnojení hořčíkem

Hořčík je součástí chlorofylu a v rostlině má svou funkci při hospodaření s energií. Zvláště pokud jsou rostliny slabé nebo pokud po zimě ztratí hodně listů, je třeba je hořčíkem dostatečně zásobit (Kurpjuweit 2009). Při deficitu Mg dochází ke snižování jeho hladiny, a to zejména ve starších listech. To je způsobeno jeho odbouráváním a transportem do mladších orgánů.

Na starších listech se mezi žilnatinou objevují světlejší zóny, zatímco žilnatina a přilehlé zóny okolo zůstávají zelené. Často doprovázené purpurovým zbarvením listů podobně jako při nedostatku fosforu (Vaněk et al. 2016).

3.3.4.7 Význam hnojení stopovými prvky

Mezi nejvýznamnější stopové prvky, nezbytné pro růst řepky, patří bór, molybden a mangan. Stopové prvky sice nejsou stavebními kameny rostliny, ale katalyzují příjem ostatních prvků či mají vliv na kvalitu rostlinných produktů. Řepka je plodina mimořádně citlivá na nedostatek **bóru**. Bór zasahuje do růstových pochodů rostliny, je významný pro metabolismus a pohyb sacharidů, dále se uplatňuje při syntéze nukleových kyselin. Vhodná doba pro mimokořenovou výživu touto živinou je fáze dlouhivého růstu až počátek kvetení (Baranyk et al. 2007). **Molybden** má vliv na tvorbu semen. Tento prvek rostlina přijímá přímo z půdy a není třeba jej dodávat hnojivy. Při akutním nedostatku je možné jej dodat přihnojením na list. Nedostatek molybdenu se projevuje nekrózou a deformací listů řepky (Nkebiwe et al. 2016). **Mangan** je důležitým prvkem při fotosyntetických pochodech. Zvýšenou spotřebu manganu má řepka hlavně v prodlužovací fázi. Nedostatek manganu se projevuje skvrnitou chlorózou po celé ploše mladých listů. Pokud je živina v nedostatku doporučuje se přihnojení na list (Kurpjuweit 2009).

3.4 Lokální hnojení řepky

3.4.1 Rizika spojená s plošnou aplikací hnojiv

Plošná aplikace hnojiv na povrch půdy je nejpoužívanější metodou aplikace v zemědělské praxi. Problém může nastat v období sucha kdy horní vrstva půdy vysychá, a tím se snižuje dostupnost hnojiva pro rostliny (Valluru et al. 2010). Plošná aplikace nám nezaručuje, že živiny z hnojiva budou rostlinám k dispozici ve správný čas (Nkebiwe et al. 2016). Aplikace minerálních hnojiv hraje z globálního měřítko důležitou roli v udržování úrodnosti půdy a zvyšování výnosu plodin (Gilland 2002).

Dle Lehmann et al. (2009) přijímají rostliny pouze jednu třetinu dusíku dodávaného v minerálním hnojivu. Zbytek je uvolněn do prostředí, ať již v plynné formě do atmosféry (volatilizace) nebo do podzemních vod spolu s půdním průsakem (vyplavování minerálního dusíku).

Problémem spojeným s aplikací vyšších dávek hnojiva, než může rostlina přijmout, lze v konvenčním zemědělství předejít stěží. Řešením by bylo používání organických hnojiv, které dusík uvolňují postupně. Navíc je tento prvek pod kontrolou mikrobiálního společenstva.

Při šetrnějším zacházení s hnojivy nejde jen o snížení dopadu na životní prostředí, ale také o snížení nákladů za hnojiva (Nkebiwe et al. 2016). Výnosy lze zlepšit pouze zvýšením účinnosti příjmu a využití živin. Toho lze dosáhnout pomocí přizpůsobení hnojiv specifickým požadavkům na živiny různých plodin a správným zvolením doby aplikace hnojiv v závislosti na požadavcích rostlin (Roberts 2007).

3.4.2 Přednosti lokální aplikace hnojiv

Hůla et al. (2008) shrnuli přednosti podpovrchové lokální aplikace hnojiv ve srovnání s plošnou aplikací do několika bodů:

- Vyšší využití živin z aplikovaných hnojiv rostlinami,
- Přímá dostupnost živin pro kořeny rostlin,
- Nevelká závislost využitelnosti živin rostlinami na povětrnostních podmínkách,
- Omezení imobilizace živin, a to zejména dusíku půdními mikroorganismy,
- Pomalejší hydrolýza močoviny a nižší ztráty volatilizací amoniaku,
- V kombinaci s inhibitory nitrifikace a ureázy je možné regulovat tvorbu některých forem dusíku, a tím zlepšit metabolismus dusíku v rostlině a omezit ztráty N do vod a ovzduší,
- Omezení odběru živin necílovými rostlinami a snížení jejich konkurenceschopnosti s pěstovanou plodinou,
- Lepší využití fosforu a stopových prvků
- U ozimů posunutí regenerační dávky dusíku do pozdějšího období, kdy nedochází k poškození fyzikálního stavu půdy přejezdem aplikační techniky.

3.4.3 Vliv lokálního hnojení na výnos rostlin

Nedostatek fosforu a jiných nezbytných živin může, zejména v raných růstových stádiích rostlin, vést k omezení růstu a vývoje rostlin, čímž se omezí i následný výnos plodiny (Colomb et al. 2000). Aby se optimalizovala dostupnost živin pro plodiny, zejména v časných stádiích růstu, lze hnojivo aplikovat přesným umístěním v malém množství přímo ve výsevni zóně. Lokální umístění hnojiva zvyšuje koncentraci živin, stimuluje růst rostlin, nastávají změny v morfologii a struktuře kořenů a zlepšují tak absorpci vody a rozpuštěných minerálních látek kořeny rostlin (Nosalewicz 2013).

Vlivu lokálního hnojení na výnos biomasy řepky olejné se zabývala práce Jing et al. (2012). Autoři založili dvouletý experiment, ve kterém porovnávali několik způsobů hnojení plodin, včetně lokálního hnojení dusíkem a fosforem.

Práce potvrzuje, že aplikace hnojiv (P+N) přímo ke kořeni rostliny vede ke zvýšenému prokořenění oproti kontrole i proti běžné, plošné aplikaci. Tento způsob hnojení autoři doporučují i do takových klimatických podmínek, kde hrozí že bude rostlina stresována suchem. Vysoké prokořenění bylo totiž naměřeno i ve variantách se sníženou závlivkou. Na tyto varianty bylo aplikováno o 50 % méně závlivky než na varianty, kde byla hnojiva aplikována plošně. V práci je také doporučeno používat ve směsi s fosforečným hnojivem spíše nitrátovou formu než amonnou, či dusík aplikovaný prostřednictvím močoviny.

Dalším výstupem práce bylo zjištění že lokální aplikace fosforu a amonného dusíku vedla ke snižování půdního pH v místě uložení hnojiva, což je pro zemědělskou činnost cenná informace.

Rhizosféra, půda v těsné blízkosti kořene, je právě tím místem, které má na výnos plodin největší zásluhu. Jde z pohledu půdního života o nejbohatší místo, probíhají zde biochemické procesy a dle Chen et al. (2008) jde o jakýsi výměník mezi rostlinou a půdními organismy. Současné vědecké práce se zabývají otázkou ovlivňování rhizosféry za účelem zvýšení produkce rostlin.

K podobným závěrům dospěl Kelley & Sweeney (2007), kteří se zabývali porovnáním vlivu hnojiv aplikovaných v různých hloubkách půdy. Za ideální hloubku pro aplikaci označili autoři 10-15 cm pod povrch. Při hloubce uložení hnojiva do 5 cm pod povrch půdy, dochází v prvním měsíci po zasetí k lepšímu nadzemnímu růstu rostlin a vyšší tvorbě bočních kořenů v hloubce 0-5 cm. Výsledky ale ukázali, že vhodnější je uložit hnojivo do hloubky 10-15 cm což zapříčiní prodloužení kořene rostlin a vyšší tvorbu bočních kořenů v hloubce 5-15 cm. Kdy rostliny dokázali lépe prosperovat a dosahovat lepších výsledků hlavně v období sucha. Povrchová aplikace dle autoru vedla k zásadním ztrátám hnojiv, což se promítlo do sníženého výnosu plodiny.

3.4.4 Vliv lokálního hnojení na mikronutrienty a jejich příjem řepkou ozimou

Autorský kolektiv Jankowski et al. (2019) kromě klasického hnojiva NPK, používali takzvané startovací hnojivo, které obsahovalo nízká procenta síry, mědi a zinku. Toto startovací hnojivo bylo aplikováno spolu s makroprvky a mikroprvky, ale také i samostatně.

K aplikaci došlo současně se setím řepky. Dle výsledků práce došlo ve variantách se startovacím hnojivem k navýšení koncentrace makroprvků v kořenech rostliny před zimním obdobím. Zvýšena koncentrace živin byla naměřena i v semenech řepky ozimé.

3.4.5 Vliv lokálního hnojení na životní prostředí

Zhou et al. (2008) se ve své práci zabývali otázkou, zda je možné snížit emise dusíku ze zemědělství prostřednictvím lokálního, přesného aplikování hnojiv. Stejně jako v předešlých pracích byla lokální aplikaci hnojiv „pod patu“ doprovázena zvýšenou produkcí biomasy oproti plošné aplikaci hnojiv. Dále byla měřena snížená ztráta dusíku vyplavením do podzemních vod. Autoři konstatují, že rostliny s bohatým kořenovým systémem mají potenciál část z tohoto jinak vyplaveného dusíku zachytit, ovšem technologie aplikace hnojiv přímo k semenům dosahovala mnohem lepších výsledků.

Ke stejným závěrům dospěli autoři práce Ruidisch et al. (2013) ovšem v oblastech s častým výskytem monzunů. Tyto srážkové události navyšují riziko vyluhování hnojiv do podzemních vod.

3.4.6 Způsoby lokální aplikace hnojiv

Cílená lokální aplikace hnojiv do zón s vyšší efektivností hnojení je označována jako zonální aplikace hnojiv. Při setí je hnojivo většinou ukládáno do menší hloubky (0,05 až 0,1 m) a do blízkosti osiva. Tento způsob lokální aplikace je často označován jako tzv. hnojení pod patu. Při setí používáme startovací hnojiva s nízkou koncentrací živin na podporu počátečního růstu rostlin (Růžek & Kusá 2016).

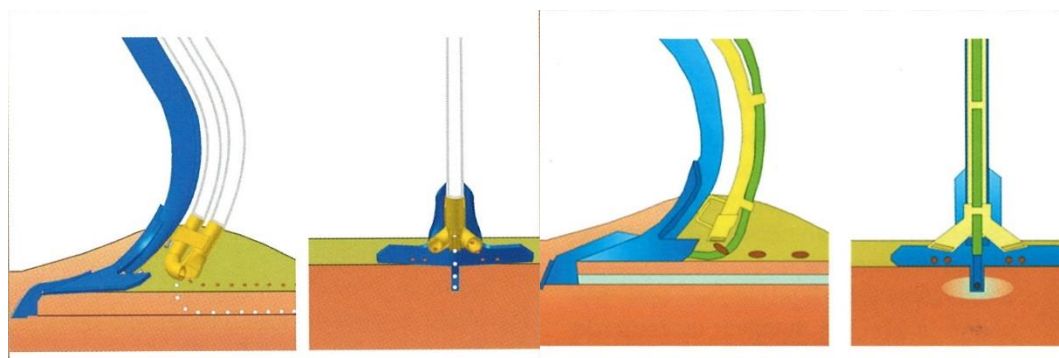
Hnojiva, která obsahují živiny s nižší pohyblivostí či s jejich vazbou na jílové minerály v půdě (P, K, amonná forma dusíku) je vhodné aplikovat do větší hloubky (0,15 až 0,25 m) a s větším časovým odstupem od setí (Růžek & Kusá 2016). Při přípravě půdy je hnojivo uloženo do budoucí zóny kořenů, proto označováno jako tzv. zonální hnojení. Cílem hnojení je uložit hnojivo, do spodních vrstev půdního profilu za účelem podpory rozvoje kořenového systému. Hlubší uložení hnojiva vychází z předpokladu, že přispěje k prodlužovacímu růstu kořenů směrem ke zdroji živin a následně hlouběji do půdy. S narůstající hloubkou půdy také klesá riziko nedostatku vody, a to jak pro rostlinu, tak pro pohyblivost živin (Brant 2016).

3.4.7 Mechanizace

V současné době je široký sortiment strojů pro setí a zpracování půdy. To umožňuje přizpůsobit výběr techniky půdním a výrobním podmínkám zemědělských podniků (Hůla et al. 2008). Nové technologie vycházejí ze současných vědeckých poznatků a z požadavků zemědělské praxe. Taktéž se snaží eliminovat vliv zemědělství na životní prostředí (Brant et al. 2015).

3.4.7.1 Hnojení „pod patu“

Technologie hnojení pod patu umožňují cílenou aplikaci hnojiv současně se setím plodiny. Univerzální secí stroje umožňují výsev různých typů plodin s možností přihnojování (obrázek č. 12). Základním znakem je uložení hnojiva do větší hloubky, než je hloubka setí, nebo je možné hnojivo ukládat do stran podél vysetého osiva. Je možné takto aplikovat hnojiva minerální granulovaná, tak minerální kapalná (Hůla et al. 2008).



Obrázek č. 11 Radličková secí botka s možností aplikace granulovaného a kapalného minerálního hnojiva (Hůla et al. 2008)

Aplikace hnojiv pod lůžko osiva je převážně využívána u secích strojů s pneumatickou dopravou osiva od výsevního mechanismu do secích btek. Secí botka ukládá hnojivo do středové rýhy pod osivo (obrázek č. 11). Mezi hnojivem a osivem je vrstva zeminy, která zamezuje přímému kontaktu osiva s koncentrovaným hnojivem. Je možné setí i secím strojem s kotoučovými secími botkami, kde secí botky jsou tvořeny dvojicemi kotoučů. Jeden pár kotoučů o větším průměru ukládá hnojivo so větší hloubky, než je hloubka setí, druhý pár kotoučů je secí botka pro uložení osiva do stanovené hloubky setí (Hůla et al. 2008).

3.4.7.2 Zonální aplikace hnojiva

Zonální aplikace hnojiva je nejvíce využívána v pásových pěstebních systémech, které představují zpracování půdy v pruzích ve směru řádků následně vysévané plodiny. Základní rozlišení technologie zpracování půdy a hnojení je z hlediska míry zpracování povrchu půdy a vlivu na intenzitu kypření půdního profilu. V současné době se využívá následných technologií diferencovaného kypření a hnojení:

- Technologie klasického pásového zpracování půdy a intenzivního pásové zpracování půdy
- Technologie hlubšího kypření spodních vrstev ornice s intenzivním zpracováním horní vrstvy orničního profilu
- Technologie hlubokého kypření orničního profilu a podorničí s minimálním efektem mísení půdy (Brant et al. 2015).



Obrázek č. 12 Secí stroj s přihnojováním (BEDNAR 2020)

4 Materiál a metody

Jako svou bakalářskou práci jsem si zvolila zhodnocení výsledků pokusů lokální aplikace hnojiv, které již několik let zakládá společnost AGROFERT a.s. na několika pokusných lokalitách. Hodnocené pokusy byly založeny v roce 2014 ve dvou pokusných lokalitách, a to lokalita Kočí a Žabovřesky nad Ohří.

4.1 Popis stanoviště

Pokusy byly založeny v roce 2014 společností Agrofert na dvou pokusných stanovištích.

1. Pokusné stanoviště Žabovřesky nad Ohří

Pokusy byly založeny na pozemku společnosti Zepos a.s.. Společnost hospodaří v okrese Litoměřice a jeho pozemky se nachází v blízkosti dolního toku řeky Ohře. Obhospodařované pozemky leží v řepařské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 215 m.n.m.. Je zde teplý a suchý klimatický region. Terén je rovinatý až mírně zvlněný. Pozemek, kde byly vysety pokusy se nachází v k.ú. Žabovřesky nad Ohří. Půdní typ pozemku je degradovaná černozem s hlubokou ornici tmavě hnědé barvy a přirozenou drobovitou strukturou.

Srážkový úhrn od srpna 2014 do srpna 2015 v této lokalitě byl 554 mm (tabulka č. 1).

2. Pokusné stanoviště Kočí

Pokusné varianty byly založeny na pozemku společnosti Oseva Agri Chrudim a.s., která hospodaří v okrese Chrudim. Hospodaří v řepařské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 264 m.n.m.. Je zde teplý a mírně vlhký klimatický region. Terén je rovinatý až mírně zvlněný. Parcela, kde byly vysety pokusy se nachází v k.ú. Kočí. Půdní typ pozemku je černozem ležící na spraších.

Srážkový úhrn od srpna 2014 do srpna 2015 v lokalitě Kočí byl 794 mm (tabulka č. 1).

Tabulka č. 1 vývoj srážek 2014/2015 (sestaveno na základě údajů z AGROFERT 2015)

2014/2015	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	celkem
Žabovřesky n.O.	109	75	45	26	8	4	2	53	51	34	90	10	47	554
Kočí	86	116	36	16	43	56	5	52	21	138	123	26	76	794

4.2 Agrotechnika

Stanoviště Žabovřesky n. O.:

- 30.7.2014 aplikace minerálního hnojiva Síran amonný v dávce 300 kg/ha
- 8.8.2014 aplikace minerálního hnojiva Amofos v dávce 150 kg/ha
- 14.8.2014 setí
- 18.8.2014 aplikace herbicidu Butisan Duo v dávce 2,25 l/ha a Clomate v dávce 0,15 l/ha

- 6.9.2014 aplikace herbicidu Gallant super v dávce 0,5 l/ha a insekticidu Rapid v dávce 0,08 l/ha
- 18.9.2014 aplikace insekticidu Nurelle D v dávce 0,6 l/ha
- 19.9.2014 aplikace herbicidu Fusilade Forte v dávce 0,5 l/ha a fungicidu Magnello v dávce 0,8 l/ha
- 13.10.2014 aplikace fungicidu Toprex 0,3 l/ha a listového hnojiva Borosan Forte v dávce 2 l/ha
- 31.10.2014 aplikace listového hnojiva Lovo CaN v dávce 200 l/ha
- 19.2.2015 aplikace minerálního hnojiva Alzon[®]46 v dávce 350 kg/ha
- 10.4.2015 aplikace fungicidu Agrozol v dávce 1 l/ha a listového hnojiva Lovohumine N v dávce 5 l/ha
- 14.4.2015 aplikace insekticidu Nurelle D v dávce 0,6 l/ha
- 17.4.2015 aplikace fungicidu Toprex v dávce 0,35 l/ha a Magnello v dávce 0,35 l/ha
- 14.5.2015 aplikace fungicidu Symetra v dávce 1 l/ha a listového hnojiva Fertimag 5 l/ha
- 16.5.2015 aplikace insekticidu Biscaya v dávce 0,3 l/ha
- 4.7.2015 aplikace přípravku k omezení sklizňových ztrát Flexi v dávce 1 l/ha
- 22.7.2015 sklizeň

Stanoviště Kočí:

- 22.7.2014 aplikace minerálního hnojiva Síran amonný v dávce 150 kg/ha
- 30.8.2014 setí
- 30.8.2014 aplikace herbicidu Butisan 400 v dávce 1,5 l/ha a Clomate v dávce 0,2 l/ha
- 4.9.2014 aplikace insekticidu Nurelle D v dávce 0,6 l/ha
- 8.9.2014 aplikace herbicidu Galera Podzim 0,3 l/ha
- 25.9.2014 aplikace insekticidu Bulldock 25 EC v dávce 0,3 l/ha
- 29.9.2014 aplikace listového hnojiva Borosan Forte v dávce 2 l/ha
- 30.9.2014 aplikace fungicidu Magnello v dávce 0,8 l/ha
- 6.2.2015 aplikace minerálního hnojiva Lovofert LAD 27 v dávce 150 kg/ha a Síran amonný gran. 20 % N v dávce 150 kg/ha
- 19.3.2015 aplikace kapalného minerálního hnojiva DAM 390 v dávce 260 kg/ha
- 24.3.2015 aplikace listového hnojiva Borosan Humine v dávce 2 l/ha
- 26.3.2015 aplikace insekticidu Nurelle D v dávce 0,6 l/ha

- 11.4.2015 aplikace kapalného minerálního hnojiva DAM 390 v dávce 130 kg/ha
- 13.4.2015 aplikace insekticidu Fury 10 EW v dávce 0,1 l/ha
- 16.4.2015 aplikace fungicidu Toprex v dávce 0,35 l/ha a Magnello v dávce 0,3 l/ha a listové hnojivo Fertigreen Kombi NPK 7-7-5 v dávce 10 l/ha
 - aplikace insekticidu Proteus 110 OD v dávce 0,5 l/ha
- 5.5.2015 aplikace fungicidu Symetra v dávce 1 l/ha a listového hnojiva Fertimag v dávce 5 l/ha
 - aplikace přípravku k omezení sklizňových ztrát Spodnam DC v dávce 1,25 l/ha
- 15.7.2015 aplikace desikantu Agroklasik v dávce 2,5 l/ha

4.3 Charakteristika použitých hnojiv

LOVOSTART GSH NP 6-28+7S

Jedná se o vícesložkové granulované hnojivo s obsahem síry, stopovými živinami a přídatkem huminových kyselin. Hnojivo je určeno pro základní hnojení většiny zemědělských plodin na půdách s nízkým obsahem fosforu nebo u plodin náročných na množství fosforu. Optimální je hnojivo zapracovat do půdy při předseťové přípravě či jako hnojení pod patu. Obsažené huminové látky, které jsou ve vodorozpustné formě, napomáhají rozvoji kořenového systému a zvyšují efektivnost příjmu živin po celou dobu vegetace. Vysokou účinnost lze předpokládat na slabě kyselých a neutrálních půdách (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Amonný dusík jako N 6 %
- Fosforečnan rozpustný ve vodě a neutrálním citranu amonném jako P₂O₅ 28 %
- Fosforečnan rozpustný ve vodě jako P₂O₅ 27 %
- Sířany jako S 7 %
- Hořčík jako MgO 2 %
- Vápník jako CaO 11 %
- Mangan jako Mn 0,1 %
- Zinek jako Zn 0,2 %
- Bór jako B 0,05 %
- Molybden jako Mo 0,02 %

GSH NPK 10-10-10+13S

Je granulované směsné hnojivo. Vyráběné granulací jednosložkových hnojiv se základními živinami jako je dusík, fosfor a draslík. Hnojivo je určeno k základnímu hnojení před setím či sázením plodin. Hnojivo je nezbytné mělce až středně hluboko zapravit do půdy. Použití během vegetace je značně omezené. Vysokou účinnost lze očekávat na slabě kyselých

a neutrálních půdách. Toto hnojivo je vhodné pro hnojení plodin pěstovaných na půdách se středními až dobrými zásobami těchto živin v půdě. Je vhodné k hnojení polních plodin, zeleniny, sadů, chmelnic a vinic. Uplatnění u plodin sklízených na zeleno (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Amonný dusík jako N 10 %
- Fosforečnany rozpustné ve vodě a neutrálním citranu amonném jako P₂O₅ 10 %
- Fosforečnany rozpustné ve vodě jako P₂O₅ 8 %
- Draslík rozpustný ve vodě jako K₂O 10 %
- Síra jako S 13 %.

CORN STARTER®

Granulované hnojivo, které obsahuje všechny živiny ve vodorozpustné formě okamžitě přijatelné pro kořenový systém rostlin. Po aplikaci hnojiva dochází v půdním prostředí k rozpadu hnojiva na menší částice a rozpouštění živin, které se začnou absorbovat do půdního roztoku. Hnojivo obsahuje dvě sloučeniny zinku, aby bylo zabezpečeno, že bude pro rostlinu po celou dobu vegetace. Hnojivo obsahuje dusík v dusičnanové i amonné formě. Tím je zabezpečen okamžitý i pozvolný přístup dusíku pro rostlinu v počáteční fázi vegetace (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Amonný dusík jako N 11 %
- Nitrátový dusík jako N 4 %
- Fosfor jako P₂O₅ 20 % z toho vodorozpustný 18,2 %
- Draslík jako K₂O 10 %
- Hořčík jako MgO 2 %
- Vápník jako CaO 3 %
- Síra jako SO₃ 10 %
- Zinek jako Zn 1,5 %

AMOFOS NP 12-52

Granulované NP hnojivo s amonným dusíkem a vodorozpustným fosforem pro základní hnojení ozimů a jařin. Doporučuje se používat při aplikaci fosforu k podzimnímu předset'ovému hnojení ozimů. Aby nedocházelo ke zvrhávání fosforu neměli bychom současně aplikovat hnojiva obsahující hořčík a vápník (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Amonný dusík jako N 12%
- Fosforečnany rozpustný v neutrálním citranu amonném

- jako P₂O₅ 52 %
- Fosforečnany rozpustné ve vodě jako P₂O₅ 50 %

ENSIN®

Granulované dusíkaté hnojivo s obsahem síry a s inhibitory nitrifikace. Je vhodné na podzimní, regenerační jarní, základní předset'ové hnojení, případně k přihnojení během vegetace polních plodin náročných na síru jako jsou například řepka, obilniny, slunečnice, kukuřice, okopaniny. Dusík je uvolňován postupně v závislosti na půdně-klimatických podmínkách, čímž se zvyšuje jeho využitelnost a snižují se ztráty vyplavením a únikem do ovzduší (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Amonný dusík jako N 18,5 %
- Dusičnanový dusík jako N 7,5 %
- Síra jako S vodorozpustná 13 %

MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn

Kapalné hnojivo vhodné k při hnojení na půdu, tak i k mimokořenové výživě rostlin (hnojení na list). Jedná se o koncentrát měďnato – mangato – zinečnatého hnojiva. Hnojivo je vhodné použít ke kurativním zásahům během vegetace nebo pokud se na rostlinách projeví akutní nedostatek Cu, Mn, Zn (eAgri 2020).

Chemické vlastnosti:

- Měď jako Cu 1,2 %
- Mangan jako Mn 6,5 %
- Zinek jako Zn 4,8 %

4.4 Založení pokusných variant

Na každém pokusném stanovišti bylo založeno několik variant hnojení pod patu. Byly založeny varianty s různými dávkami hnojiv, druhy hnojiv a také byl založen pokus s ošetřením osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a přihnojením pod patu. Všechny zaseté varianty řepky byly hnojeny a ošetřovány, tak jak je uvedeno v agrotechnice (4.2). Pro kontrolu byla na obou stanovištích vyseta varianta, která byla pouze hnojena a ošetřována podle uvedené agrotechniky (4.2).

4.4.1 Lokalita Kočí

Varianty různých druhu hnojiv aplikované lokálně při setí řepky

1. varianta – aplikované hnojivo LOVOSTART GSH NP 6-28+7S 150 kg/h
2. varianta – aplikované hnojivo CORN STARTER® 150 kg/ha
3. varianta – aplikované hnojivo GSH NPK 10-10-10+13S 170 kg/ha

4. varianta – aplikované hnojivo AMOFOS NP 12-52 100 kg/ha
5. varianta – aplikované hnojivo ENSIN[®] 150 kg/ha
6. varianta – kontrolní varianta založená bez lokální aplikace hnojiva

Varianty s různou dávkou lokálně aplikovaného hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S při setí řepky

1. varianta – aplikace hnojiva v dávce 100 kg/ha
2. varianta – aplikace hnojiva v dávce 150 kg/ha
3. varianta – aplikace hnojiva v dávce 170 kg/ha

Varianty s osivem řepky ošetřeným hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a aplikací lokálního hnojení různých druhů hnojiv při setí

1. varianta – osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva AMOFOS v dávce 100 kg/ha
2. varianta – osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva CORN STARTER[®] v dávce 150 kg/ha
3. varianta – osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S v dávce 150 kg/ha
4. varianta – osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn bez použití lokální aplikace hnojiva

4.4.2 Lokalita Žabovřesky nad Ohří

Varianty různých druhů hnojiv aplikované lokálně při setí řepky

1. varianta – aplikované hnojivo LOVOSTART GSH NP 6-28+7S v dávce 150 kg/ha
2. varianta – aplikované hnojivo GSH NPK 10-10-10+13S v dávce 170 kg/ha
3. varianta – aplikované hnojivo CORN STARTER[®] v dávce 150 kg/ha
4. varianta – kontrolní varianta založená bez lokální aplikace hnojiva

Varianta s osivem řepky ošetřeným hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva

1. varianta – osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva AMOFOS v dávce 100 kg/ha
2. varianta – kontrolní varianta bez ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a bez použití lokální aplikace hnojiva

4.5 Odběry a měření

Na obou stanovištích byly před setím odebrány vzorky půdy. Byla stanovena výměnná půdní reakce (pH-KCl) a udělán rozbor půdy metodou Mehlich III (tabulka č. 2 a č. 3).

Tabulka č. 2 Stanovení výměnné půdní reakce (pH-KCl) a výsledky rozboru půdy metodou Mehlich III na pokusech Kočí

pH	P	K	Mg	Ca
7,3	25 mg/kg	113 mg/kg	217 mg/kg	10900 mg/kg

Tabulka č. 3 Stanovení výměnné půdní reakce (pH-KCl) a výsledky rozboru půdy metodou Mehlich III na pokusech Žabovřesky nad Ohří

pH	P	K	Mg	Ca
7,4	54 mg/kg	480 mg/kg	214 mg/kg	9830 mg/kg

Inventarizace pokusných variant

Inventarizace porostu probíhala ve dvou termínech, a to na podzim a na jaře na každém stanovišti.

Podzimní inventarizace porostu proběhla v termínech 27.10.2014 na stanovišti Žabovřesky nad Ohří a 30.10.2014 na stanovišti Kočí.

Jarní inventarizace porostu proběhla 25.2.2015 na stanovišti Žabovřesky n.O. a 27.2.2015 na pokusném stanovišti Kočí.

Sledované znaky u rostlin řepky při podzimní i jarní inventarizaci pokusů

- hmotnost celé rostliny v sušině
- hmotnost kořenů v sušině
- hmotnost nadzemní biomasy v sušině
- průměr kořenového krčku

Sklizeň pokusných variant řepky

Na pokusném stanovišti Žabovřesky n. O. byla sklizeň provedena 22.7.2015 a na stanovišti Kočí byla sklizeň provedena 30.7.2015. Na obou stanovištích proběhla sklizeň maloparcelkovou sklízecí mlátičkou. Po sklizni byl u všech variant vypočten výnos (t/ha) a stanovena olejnatost (%).

5 Výsledky

5.1 Výsledky porovnání různých druhů hnojiv

Vyhodnocení podzimní inventarizace na pokusné stanici Kočí

- **hmotnost kořenů**

Při stanovení hmotnosti sušiny kořenů bylo zjištěno, že některá hnojiva nepůsobila pozitivně na nárůst kořenů, ale naopak rostliny z těchto variant měly nižší hmotnost kořenů než nehnojená kontrola. Jak je vidět v tabulce č. 4 byla u kontroly zjištěna hmotnost kořenů 1,1 g. Horšího výsledku bylo dosaženo na variantách hnojených hnojivem ENSIN[®], a to 0,3 g a dále u hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S kde byla stanovena hmotnost kořenů 0,8 g. Mírný nárůst kořenů oproti kontrole byl zaznamenán u varianty hnojené hnojivem CORN STARTER[®] zde byla naměřena hodnota hmotnosti kořenů 1,4 g. Nejlépe ze všech pokusných variant dopadla řepka hnojená hnojivy AMOFOS NP 12-52 a GSH NPK 10-10-10+13S. Na obou variantách byla stanovena shodná hmotnost kořenů, a to 1,8 g. Obě tyto varianty hnojení zvýšily nárůst kořenů o 0,7 g v porovnání s nehnojenou kontrolou.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Stanovení hmotnosti nadzemní biomasy ukázalo zlepšení u většiny hnojených variant (tabulka č. 4). Na kontrolní nehnojené variantě byla zjištěna hmotnost 12,3 g. Nižší hodnoty byly zjištěny pouze u řepky hnojené hnojivem ENSIN[®] kde naměřená hmotnost nadzemní biomasy dosáhla jen 4,0 g. Mírné zlepšení bylo zaznamenáno u variant s hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S s hmotností 13,0 g a CORN STARTER[®] s hmotností biomasy 14,0 g. Vyššího nárůstu oproti kontrole došlo na variantě hnojené hnojivem AMOFOS NP 12-52, zde byla stanovena hmotnost nadzemní biomasy 18,0 g. Nejvyšší hmotnosti, a to 19,0 g dosáhla varianta hnojená hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Měla tedy o 6,7 g větší nárůst nadzemní biomasy v porovnání s nehnojenou kontrolou.

- **průměr kořenového krčku**

Po inventarizaci porostu byl zjištěn průměr kořenového krčku na nehnojené kontrole 4,4 mm. U hnojených variant dosahovala pouze řepka hnojená hnojivem ENSIN[®] nižší hodnoty, a to 2,4 mm. Shodný průměr 4,4 mm jako u kontroly měla varianta s použitým hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Vyšších naměřených hodnot pak dosahovaly varianty hnojené hnojivem CORN STARTER[®] 4,8 mm a hnojivem AMOFOS NP 12-52 s průměrem 5,2 mm. Nárůst průměru o 1,2 mm větší proti nehnojené kontrole dosáhla varianta kde bylo aplikováno hnojivo GSH NPK 10-10-10+13S a průměr kořenového krčku dosahoval 5,6 mm.

Tabulka č. 4 přehled podzimní inventarizace porostu Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	0,8	13,0	13,8	4,4
CORN STARTER®	150	1,4	14,0	15,4	4,8
AMOFOS NP 12-52	100	1,8	18,0	19,8	5,2
GSH NPK 10-10-10+13S	170	1,8	19,0	20,8	5,6
ENSIN®	150	0,3	4,0	4,3	2,4
kontrola		1,1	12,3	13,5	4,4

Vyhodnocení podzimní inventarizace porostu řepky ozimé na stanici Žabovřesky n. O.

- **hmotnost kořenů**

Po provedení podzimní inventarizace byla na nehnojené kontrole naměřena hmotnost kořenů 7,5 g. Nižších hodnot dosáhla pouze varianta s hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S kde byla zjištěná hodnota 5,0 g. Nejlépe pak dopadly varianty hnojené hnojivem CORN STARTER® s 9,0 g a hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S s naměřenou hmotností 9,2 g. Byl zde tedy zaznamenán přínos 1,7 g v nárůstu hmotnosti kořenů na rozdíl od nehnojené varianty.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Na kontrolní nehnojené variantě byla naměřena hmotnost nadzemní biomasy 61,0 g. Hůře dopadla varianta s použitým hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S zde byla navážena hodnota 39,0 g. O něco málo vyšších hodnot dosahovala varianta hnojená hnojivem CORN STARTER® kde hmotnost nadzemní biomasy byla 70,0 g. Jednoznačně nejvyšší nárůst byl zaznamenán na variantě hnojené hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S kde byl nárůst hmotnosti 29,0 g oproti kontrole a hmotnost nadzemní biomasy zde dosáhla 90,0 g.

- **průměr kořenového krčku**

V tabulce č. 5 můžeme vidět, že nejmenší průměr kořenového krčku 8,0 mm byl zjištěn na variantě s aplikovaným hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Na kontrolní nehnojené variantě dosahoval průměr kořenového krčku 8,6 mm. Lepší hodnoty oproti kontrole byly naměřeny na variantě s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S zde byl zjištěn průměr 10,4 mm. Největší průměr kořenového krčku dosahovaly rostliny na pokusné variantě s hnojivem CORN STARTER®, a to 11,2 mm. Byl zde tedy zaznamenán nárůst 2,6 mm ve srovnání s nehnojenou kontrolou.

Tabulka č. 5 přehled podzimní inventarizace porostu Žabovřesky nad Ohří

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	5,0	39,0	44,0	8,0
GSH NPK 10-10-10+13S	170	9,2	90,0	99,2	10,4
CORN STARTER®	150	9,0	70,0	79,0	11,2
kontrola		7,5	61,0	68,5	8,6

Porovnání výsledků podzimní inventarizace z obou pokusných stanovišť

Na základě naměřených hodnot nárůstu kořenů i nadzemní biomasy bylo zjištěno, že nejlepších výsledků v porovnání s kontrolou dosahovala řepka na variantě hnojené hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Na stanovišti Kočí byl zaznamenán nárůst 54,07 % hmotnosti celé rostliny, v Žabovřeskách n. O. dosahoval nárůst 44,82 %. Lepších hodnot dosahovaly také rostliny na variantě s hnojivem CORN STARTER® zde byl nárůst hmotnosti celých rostlin na pokusech Kočí 14,07 % a na pokusech Žabovřesky n. O. 15,33 %. Varianta hnojená hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S dosáhla zlepšení pouze na pokusech Kočí zde došlo k nárůstu 2,22 % hmotnosti celé rostliny. Na stanovišti Žabovřesky n. O. došlo dokonce ke snížení o 35,77 % hmotnosti celé rostliny oproti kontrole.

Vyhodnocení jarní inventarizace porostu na pokusné stanici Kočí

- **hmotnost kořenů**

Z hodnot zjištěných při jarní inventarizaci (tabulka č. 6) bylo zjištěno, že na nehnojené kontrole dosahovala hmotnost kořenů 5,9 g. O 0,1 g méně bylo naměřeno na variantě s hnojivem AMOFOS NP 12-52 kde hmotnost dosahovala 5,8 g. Nárůst hmotnosti ve srovnání s kontrolou byl zaznamenán u variant hnojených hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S s naměřenou hmotností 6,6 g, hnojivem CORN STARTER® se 7,2 g hmotnosti kořenů a u varianty s hnojivem ENSIN® kde byla hmotnost 8,4 g. Nárůst 4,1 g ve srovnání s kontrolou byl zaznamenán na variantě s aplikovaným hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S zde byla zjištěna hmotnost kořenů 10,0 g.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Na kontrolní nehnojené variantě byla zjištěna hmotnost nadzemní biomasy 25,6 g. Nižší hmotnosti 24,8 g dosáhla pouze varianta hnojená hnojivem AMOFOS NP 12-52. U varianty s hnojivem CORN STARTER® došlo k navýšení hmotnosti o 5,6 g oproti kontrole. Velmi podobného výsledku dosahovalo i hnojivo LOVOSTART GSH NP 6-28+7S kde byl nárůst 6 g. Nejvyšší hodnoty hmotnosti nadzemní biomasy byly naměřeny u hnojiva ENSIN® 35 g a u varianty s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S kde byla zjištěna hmotnost dokonce 44 g.

- **průměr kořenového krčku**

Nejmenší průměr kořenového krčku byl naměřen na variantě s aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52, a to 8,6 mm. Byl zde tedy zjištěn o 0,2 mm menší průměr než u kontroly. Stejná hodnota 8,8 mm jaká byla zjištěna na kontrole byla zaznamenána i u rostlin hnojených hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Lepších výsledků pak dosáhly varianty s hnojivem CORN STARTER[®] 9,8 mm a hnojivem ENSIN[®] kde dosáhl průměr kořenového krčku 10 mm. Nárůst o 2,0 mm oproti kontrole byl naměřen na variantě s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S kde dosáhl průměr krčku 10,8 mm.

Tabulka č. 6 přehled jarní inventarizace porostu Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	6,6	31,6	38,2	8,8
CORN STARTER [®]	150	7,2	31,2	38,4	9,8
AMOFOS NP 12-52	100	5,8	24,8	30,6	8,6
GSH NPK 10-10-10+13S	170	10,0	44,0	54,0	10,8
ENSIN [®]	150	8,4	35,0	43,4	10,0
kontrola		5,9	25,6	31,5	8,8

Vyhodnocení jarní inventarizace na pokusném poli v Žabovřeskách n. O.

- **hmotnost kořenů**

U nehnojené kontroly byla při jarní inventarizaci porostu zjištěna hmotnost kořenů 15,2 g. V tabulce č. 7 můžeme vidět, že byla zjištěna vyšší hmotnost kořenů oproti kontrole u všech hnojených variant. V porovnání s kontrolou došlo u varianty s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S k nárůstu hmotnosti kořenů o 3,8 g a u varianty s hnojivem CORN STARTER[®] k navýšení o 5,6 g. Nejvyšší hmotnosti kořenů 21,2 g dosáhla varianta s aplikovaným hnojivem LOVOSTART NP 6-28+7S.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Nejnižší hmotnost nadzemní biomasy 45,6 g bylo naměřeno na variantě hnojené hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. O 1,8 g více bylo zjištěno na kontrolní nehnojené variantě, která dosahovala hmotnosti 47,4 g. Vyšší hmotnosti nadzemní biomasy ve srovnání s kontrolou dosáhly hnojiva CORN STARTER[®], a to 62,8 g a hmotnosti 65,0 g dosáhla varianta s hnojivem LOVOSTART NP 6-28+7S.

- **průměr kořenového krčku**

Nejmenší průměr kořenového krčku 14 mm byl naměřen u nehnojené kontroly. Vyšších hodnot dále dosahovaly všechny varianty hnojiv. O 0,8 mm větší průměr krčku dosahovaly rostliny na variantě s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. 15,4 mm bylo zjištěno u varianty s hnojivem CORN STARTER[®]. A největší průměr kořenového

krčku 15,6 mm byl naměřen na variantě s aplikovaným hnojivem LOVOSTART NP 6-28+7S.

Tabulka č. 7 přehled jarní inventarizace porostu Žabovřesky n. O.

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	21,2	65,0	86,2	15,6
GSH NPK 10-10-10+13S	170	19,0	45,6	64,6	14,8
CORN STARTER®	150	20,8	62,8	83,6	15,4
kontrola		15,2	47,4	68,5	14,0

Porovnání výsledků jarní inventarizace z obou pokusných stanovišť

Ze zaznamenaných hodnot při jarní inventarizaci porostů na obou stanovištích bylo zjištěno, že na pokusech v Kočí měla varianta s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S o 71,43 % vyšší hmotnost celé rostliny než bylo zjištěno na kontrole. Zatím co, na pokusech v Žabovřeskách n. O. dosahovala hmotnost o 5,69 % méně než na nehnojené variantě. Na obou pokusných stanovištích došlo u varianty s hnojivem CORN STARTER® k nárůstu celkové hmotnosti rostlin v porovnání s kontrolou. Na stanovišti Kočí došlo k nárůstu o 21,91 % a v Žabovřeskách n.O. o 22,04 %. Nárůst byl zaznamenán i u varianty s hnojivem LOVOSTART NP 6-28+7S, kdy v Žabovřeskách n. O. se zvýšila hmotnost celé rostliny o 25,84 % na rozdíl od nehnojené kontroly a na stanovišti Kočí došlo k nárůstu o 21,27 %.

Vyhodnocení výnosu hnojených variant a stanovená olejnatost semen na pokusech Kočí

Tabulka č. 8 stanovené výnosy a olejnatost semen na stanici Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	výnos		olejnatost (%)
		(t/ha)	(%)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	4,11	111,9	40,8
CORN STARTER®	150	4,34	118,2	41,0
AMOFOS NP 12-52	100	4,72	128,7	41,6
GSH NPK 10-10-10+13S	170	3,92	106,7	41,2
ENSIN®	150	3,75	102,1	40,7
kontrola		3,67	100	40,8

• vyhodnocení výnosu semen

Po vyhodnocení pokusů a stanovení výnosu semen bylo zjištěno, že u všech pokusných variant došlo k navýšení výnosu. Nejnižší přínos pouhé 2,1 % byl zjištěn u varianty hnojené hnojivem ENSIN®. O 6,7 % navýšilo výnos hnojivo GSH NPK 10-10-10+13S. Výnos přes 4 t/ha byl zaznamenán u variant s hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S kde došlo k navýšení oproti kontrole o 11,9 % a u varianty s hnojivem CORN STARTER® kde bylo navýšení 18,2 %. Jednoznačně nejlepšího výnosu 4,72 t/ha bylo

naměřeno na variantě s hnojivem AMOFOS NP 12-52 kde se výnos zvýšil o 28,7 % na rozdíl od nehnojené kontroly.

- **vyhodnocení olejnatosti semene**

U nehnojené kontroly byla zjištěna olejnatost semen 40,8 %. Stejná hodnota byla stanovena i u varianty s hnojivem LOVOSTART NP 6-28+7S. O 0,1 % nižší olejnatost byla naměřena u varianty s aplikací hnojiva ENSIN[®]. Ostatní varianty dosahovaly vyšší olejnatosti než kontrola. Na variantě s hnojivem CORN STARTER[®] dosahovala olejnatost 41,0 %. U varianty hnojené hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S byla zjištěna olejnatost 41,2 %. Z tabulky č. 8 je patrné, že nejvyšší olejnatost byla stanovena u semen z řepky hnojené hnojivem AMOFOS NP 12-52 kde dosahovala 41,6 %.

Vyhodnocení výnosu hnojených variant a stanovená olejnatost semen na pokusech v Žabovřeskách n. O.

Tabulka č. 9 stanovené výnosy a olejnatost semen na stanici Žabovřesky n. O.

varianty	dávka (kg/ha)	výnos		olejnatost (%)
		(t/ha)	(%)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	4,48	101,4	42,9
GSH NPK 10-10-10+13S	170	4,73	107	42,7
CORN STARTER [®]	150	4,79	108,4	42,9
kontrola		4,42	100	42,8

- **vyhodnocení výnosu semen**

Po sklizni byl na nehnojené variantě zjištěn výnos semene 4,42 t/ha. O pouhé 1,4 % došlo ke zvýšení výnosu u varianty s hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. K 7% nárůstu výnosu došlo u řepky hnojené hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Nejvyšší nárůst byl zaznamenán na variantě s hnojivem kde byl stanoven výnos 4,79 t/ha. Došlo zde tedy k navýšení o 8,4 %.

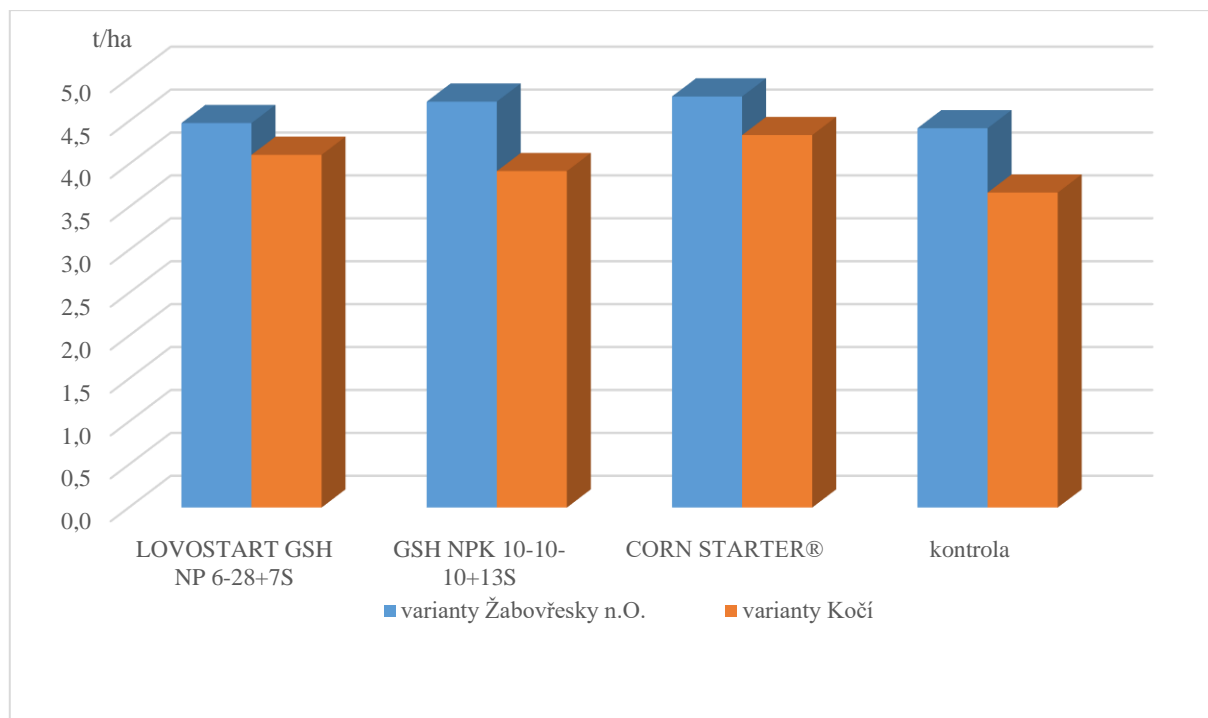
- **vyhodnocení olejnatosti semene**

Na pokusném stanovišti v Žabovřeskách byla u všech pokusných variant stanovena olejnatost velmi podobných hodnot (tabulka č. 9). U nehnojené kontroly byla zjištěna olejnatost semen 42,8 %. Pouze o 0,1 % nižší olejnatost byla stanovena u varianty s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Na variantách s hnojivy LOVOSTART GSH NP 6-28+7S a CORN STARTER[®] dosahovala olejnatost semen stejné hodnoty, a to 42,9 %.

Porovnání výnosu na obou pokusných stanovištích

Z grafu č. 4 je patrné, že v lokalitě Žabovřesky n. O. byly výnosy vyrovnané ve všech variantách a bylo zde dosaženo vyšších výnosů než v lokalitě Kočí. Na obou stanovištích přesáhly hnojené varianty výnosem nehnojenou kontrolu. Varianta s hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S dosáhla na lokalitě Kočí nárůstu výnosu o 11,9 % a v Žabovřeskách n. O. pouze o 1,4 % oproti kontrole. U varianty s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S došlo k velmi podobnému nárůstu výnosu a to na stanovišti Kočí o 6,7 % a na stanovišti Žabovřesky n. O.

o 7 %. Nejlepšího výsledku dosáhla varianta hnojená hnojivem CORN STARTER®. Na pokusech v Kočí dosáhla tako varianta o 18,2 % vyššího výnosu než u kontroly a v Žabovřeskách n. O. došlo k navýšení výnosu semen o 8,4 %.



Graf č. 4 Porovnání výnosu na obou pokusných stanovištích

5.2 Vyhodnocení variant s ošetřením osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn se současným lokálním hnojením

Podzimní inventarizace pokusů v lokalitě Kočí

Na podzim byly na lokalitě Kočí odebrány vzorky rostlin, aby se posoudil vliv ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s použitím lokálního hnojení.

Tabulka č. 10 Podzimní inventarizace porostu v lokalitě Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	1,2	14,0	15,2	4,4
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + CORN STARTER®	150	1,6	15,0	16,6	4,4
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	0,8	7,0	7,8	3,8
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn		2,0	16,0	18,0	5,2

- **hmotnost kořenů**

Jak je patrné z tabulky č. 10 nejnižší hmotnost kořenů byla zaznamenána u varianty s ošetřeným osivem a s aplikovaným hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Zde byla stanovena hmotnost kořenů 0,8 g. O něco vyšší hmotnost 1,2 g byla zjištěna u varianty s ošetřeným osivem hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a s aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52. Varianta s ošetřeným osivem a s použitím hnojiva CORN STARTER[®] dosáhla hmotnosti kořenů 1,6 g. Nejlépe dopadla varianta pouze s ošetřením osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn kde hmotnost kořenů byla 2,0 g.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Nejnižší hmotnost nadzemní biomasy, pouhých 7,0 g, byla zjištěna u varianty s ošetřeným osivem přípravkem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a aplikací hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. 14 g dosahovala hmotnost nadzemní biomasy u varianty ošetřeného osiva s použitím hnojiva AMOFOS NP 12-52. O 1 g více bylo zjištěno u varianty s ošetřeným osivem a současným použitím hnojiva CORN STARTER[®]. Nejvyšší hmotnosti nadzemní biomasy 16 g, dosáhla varianta, kde bylo zaseto ošetřené osivo hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn bez použití lokálního hnojení.

- **průměr kořenového krčku**

Nejmenší průměr kořenového krčku 3,8 mm byl zjištěn na variantě s ošetřeným osivem a použitím hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. Shodného průměru 4,4 mm dosáhly varianty s hnojivy AMOFOS NP 12-52 a CORN STARTER[®] aplikované pod ošetřené osivo hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn. V tabulce č. 10 vidíme, že největší průměr kořenového krčku a to 5,2 mm, byl zjištěn u varianty s ošetřeným osivem bez lokální aplikace hnojiva.

Jarní inventarizace pokusů v lokalitě Kočí

Tabulka č. 11 Jarní inventarizace porostu v lokalitě Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	6,0	22,6	28,6	8,6
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + CORN STARTER [®]	150	9,2	37,8	47,0	10,2
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	8,6	35,6	44,2	10,0
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn		9,2	30,4	39,6	9,8

- **hmotnost kořenů**

Nejnižší hmotnost kořenů 6,0 g byla zjištěna u varianty s ošetřeným osivem a současným použitím hnojiva AMOFOS NP 12-52. U varianty ošetřeného osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s aplikací hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S pod patu, dosáhla hmotnost kořenů 8,6 g. Z tabulky č. 11 je patrné, že nejvyšší hmotnost kořenů 9,2 g byla zjištěna u dvou variant. U varianty s pouze ošetřeným osivem hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a u varianty s ošetřeným osivem a hnojené hnojivem CORN STARTER®.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

U varianty s ošetřeným osivem a současným použitím lokální aplikace hnojiva AMOFOS NP 12-52 byla naměřena nejnižší hmotnost nadzemní biomasy 22,6 g (tabulka č. 11). Na variantě s pouze ošetřeným osivem dosáhla hmotnost 30,4 g. Řepka s ošetřeným osivem a aplikovaným hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S pod patu měla hmotnost 35,6 g. Nejvyšší naměřená hmotnost nadzemní biomasy 37,8 g byla zjištěna u varianty ošetřeného osiva přípravkem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva CORN STARTER®.

- **průměr kořenového krčku**

Varianta s ošetřeným osivem a aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52 dosáhla nejmenšího průměru kořenového krčku, pouhých 8,6 mm. O 1,2 mm větší průměr byl zjištěn na variantě s ošetřeným osivem hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn. Varianta s ošetřeným osivem řepky a lokální aplikací hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S dosáhla průměru krčku 10,0 mm. 10,2 mm byla největší zjištěná hodnota a toho průměru bylo dosaženo na variantě kde bylo použito osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn za současného použití hnojiva CORN STARTER® aplikovaného pod patu.

Vyhodnocení výnosu a stanovená olejnatost semen na pokusech Kočí

Při sklizni byly ze všech variant odebrány vzorky semene řepky a následně byl vyhodnocen výnos a olejnatost semen. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tabulka č. 12 Vyhodnocení výnosu a olejnatosti semen z lokality Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	výnos (t/ha)	olejnatost (%)
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	4,6	40,9
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + CORN STARTER®	150	4,3	41
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	4,2	41,3
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn		4,3	41,1

- **vyhodnocení výnosu semen**

V tabulce č. 12 vidíme, že nejnižšího výnosu 4,2 t/ha bylo dosaženo na variantě s ošetřeným osivem a aplikovaným hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S pod patu. Stejný výnos 4,3 t/ha byl zjištěn na variantě s ošetřeným osivem přípravkem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a na variantě s ošetřeným osivem kde bylo lokálně aplikováno hnojivo CORN STARTER[®]. Nejvyššího výnosu 4,6 t/ha dosáhla varianta řepky kde bylo zaseto osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn se současnou aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52 pod patu.

- **vyhodnocení olejnatosti semen**

Nejnižší zjištěná olejnatost 40,9 %, byla na variantě s ošetřeným osivem s použitím lokální aplikace hnojiva AMOFOS NP 12-52. O 0,1 % vyšší olejnatost dosahovala na variantě ošetřeného osiva přípravkem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s aplikací hnojiva CORN STARTER[®]. Hodnota 41,1 % olejnatosti semene byla naměřena na variantě s ošetřeným semenem bez lokální aplikace hnojiva. Nejvyšší olejnatosti 41,3 % dosáhla varianta kde bylo vyseto ošetřené osivo a lokálně aplikované hnojivo LOVOSTART GSH NP 6-28+7S.

Vyhodnocení podzimní inventarizace porostu řepky ozimé na stanici Žabovřesky n. O.

V Žabovřeskách n. O. byl založen pokus s osivem ošetřeným přípravkem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn kde bylo při setí lokálně aplikované hnojivo AMOFOS NP 12-52 a varianta s neošetřeným osivem bez použití lokální aplikace hnojiva. Na podzim byly odebrány vzorky a byl vyhodnocen současný stav (tabulka č. 13). Kde se potvrdila výhoda ošetření osiva i zajištění živin.

- **hmotnost kořenů**

Na kontrolní variantě byla zjištěna hmotnost kořenů 6,8 g. U varianty osiva ošetřeného hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s použitím lokálního hnojení hnojiva AMOFOS NP 12-52 došlo k nárůstu hmotnosti kořenů o 1,4 g ve srovnání s kontrolou.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Stanovená hmotnost nadzemní biomasy u kontrolního vzorku byla 66,0 g. Varianta ošetřeného osiva s aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52 pod patu, dosáhla o 28,79 % vyššího nárůstu hmotnosti v porovnání s kontrolou.

- **průměr kořenového krčku**

Průměr kořenového krčku byl u kontrolní varianty 9,6 mm. U varianty s ošetřeným osivem hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a současnou aplikací lokální hnojiva AMOFOS NP 12-52 došlo k nárůstu kořenového krčku na 10,8 mm.

Tabulka č. 13 Podzimní inventarizace porostu s mořením v lokalitě Žabovřesky n. O.

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	8,2	85,0	93,2	10,8
kontrola		6,8	66,0	72,8	9,6

Vyhodnocení jarní inventarizace na pokusném poli v Žabovřeskách n. O.

- **hmotnost kořenů**

Na kontrolní variantě byla zjištěna hmotnost kořenů 20,0 g. Jak je patrné z tabulky č. 14, tak u varianty s ošetřeným osivem a hnojené hnojivem AMOFOS NP 12-52 bylo dosaženo vyšší hmotnosti, a to 22,2 g.

- **hmotnost nadzemní biomasy**

Hmotnost nadzemní biomasy na kontrolní variantě dosahovala 55,8 g. U varianty ošetřeného osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokální aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52 byla hmotnost o 0,6 g nižší než u kontrolní varianty.

- **průměr kořenového krčku**

U kontrolní varianty byl stanoven průměr krčku 14,8 mm. Na variantě, kde bylo vyseto osivo ošetřené hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn s lokálně aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52 byl zjištěn vyšší průměr o 2,0 mm v porovnání s kontrolou.

Tabulka č. 14 Jarní inventarizace porostu mořeném mikroprvků v lokalitě Žabovřesky n. O.

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	22,2	55,2	77,4	16,8
kontrola		20,0	55,8	75,8	14,8

Vyhodnocení výnosu a stanovená olejnatost semen na pokusech v Žabovřeskách n. O.

- **vyhodnocení výnosu semen**

V tabulce č. 15 vidíme, že na kontrolní variantě bylo dosaženo výnosu 4,44 t/ha. U varianty s ošetřeným osivem hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52 pod patu, došlo k nárůstu výnosu oproti kontrole pouze o 0,9 %.

- **vyhodnocení olejnatosti semen**

Olejnatost 43,0 % byla stanovena na kontrolní variantě s neošetřeným osivem a bez použití lokální aplikace hnojiva. V porovnání s kontrolou došlo u varianty s osivem ošetřeným hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a lokální aplikací hnojiva AMOFOS NP 12-52 ke zvýšení olejnatosti na hodnotu 43,5 %.

Tabulka č. 15 Vyhodnocení mořené varianty v Žabovřeskách n. O.

varianty	dávka (kg/ha)	výnos		olejnatost (%)
		(t/ha)	(%)	
MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn + AMOFOS NP 12-52	100	4,48	100,9	43,5
kontrola		4,44	100,0	43,0

5.3 Vyhodnocení různých dávek lokálně aplikovaného hnojiva

V lokalitě Kočí byly založeny pokusy s různými dávkami lokálně aplikovaného hnojiva LOVOSTART GSH NP 6-28+7S.

Podzimní inventarizace porostu

Na podzim proběhl odběr vzorků rostlin, kde bylo zjištěno, že dávka hnojiva 100 kg/ha nepůsobila na rostliny příznivě. Hmotnost kořenů i nadzemní biomasy byla o 27,41 % menší než u nehnojené kontroly. A taktéž průměr kořenové krčku byl o 0,8 mm menší než u kontroly. U dávky 150 kg/ha došlo k nárůstu nadzemní biomasy jen o 0,7 g na rozdíl od kontroly a hmotnost kořenů byla ještě o 0,3 g nižší. Průměr kořenového krčku dosahoval stejné hodnoty 4,4 mm jaká byla zjištěna i na nehnojené variantě. V tabulce č. 16 vidíme, že nejlépe dopadla varianta s aplikací 170 kg/ha hnojiva kde byl zaznamenán nárůst hmotnost kořenů o 0,2 g a zvýšení průměru kořenového krčku o 0,4 mm oproti kontrolní variantě.

Tabulka č. 16 Podzimní vyhodnocení variant s aplikací různých dávek hnojiva na lokalitě Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	100	0,8	9,0	9,8	3,6
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	0,8	13,0	13,8	4,4
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	170	1,3	12,0	13,3	4,8
kontrola		1,1	12,3	13,4	4,4

Jarní inventarizace porostu

Při jarním odběru a vyhodnocení vzorků se ukázalo, že všechny varianty dopadly lépe než nehnojená kontrola (tabulka č. 17). Nejhůře dopadla varianta s přihnojením 150 kg/ha kde byl nárůst hmotnosti kořenů jen 0,7 g a navýšení hmotnost nadzemní biomasy o 6 g v porovnání s kontrolou. Varianty s dávkou hnojiva 100 kg/ha a 170 kg/ha dopadly velmi podobně se shodným průměrem kořenového krčku 11,2 mm. Došlo zde tedy k navýšení průměru 2,4 mm. U varianty s dávkou hnojiva 100 kg/ha byla zjištěna hmotnosti celé rostliny o 79,05 % vyšší, než bylo stanoveno u kontroly. Ještě většího nárůstu hmotnosti celé rostliny, bylo dosaženo u varianty hnojené 170 kg/ha. Zde byly zjištěny hodnoty o 86,67 % vyšší než u kontrolní varianty.

Tabulka č. 17 Jarní vyhodnocení variant s aplikací různých dávek hnojiva v lokalitě Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	hmotnost			průměr kořenového krčku (mm)
		kořeny (g)	nadzemní biomasa (g)	celá rostlina (g)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	100	11,4	45,0	56,4	11,2
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	6,6	31,6	38,2	8,8
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	170	11,0	47,8	58,8	11,2
kontrola		5,9	25,6	31,5	8,8

Vyhodnocení výnosu a olejnatosti semene

Po sklizni pokusů byl vyhodnocen výnos a obsah oleje v semeni. Jak je patrné z tabulky č. 18, tak u všech hnojených variant došlo k navýšení výnosu. Nejmenší zvýšení výnosu, a to o 11,9 % bylo zaznamenáno u varianty hnojené 150 kg/ha. Varianta hnojená dávkou 100 kg/ha navýšila výnos o 16,8 %. A nejvyššího výnosu bylo dosaženo na variantě hnojené 170 kg/ha kde došlo k navýšení o 31,3 % oproti nehnojené kontrole.

Olejnatost semene dosahovala podobných hodnot u všech variant. Nejvyšší olejnatost 41 % byla naměřena na variantě hnojené 100 kg/ha. U dávky 150 kg/ha byla stanovena olejnatost ve stejné výši 40,8 % jako u nehnojené kontroly. O 0,3 % nižší olejnatost, než u kontroly byla zjištěna u varianty s dávkou 170 kg/ha.

Tabulka č. 18 Vyhodnocení výnosu a olejnatosti semen u variant s různou dávkou hnojiva v lokalitě Kočí

varianty	dávka (kg/ha)	výnos		olejnatost (%)
		(t/ha)	(%)	
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	100	4,29	116,8	41,0
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	150	4,11	111,9	40,8
LOVOSTART GSH NP 6-28+7S	170	4,82	131,3	40,5
kontrola		3,67	100,0	40,8

6 Diskuze

Řepka ozimá se díky vysoké spotřebě živin řadí mezi náročné plodiny. Efektivnost produkce tak závisí na souhře všech výnosotvorných faktorech. Nejlepších výsledků bude dosahovat, pokud jí půda umožní příjem živin v náležitě výši a vyrovnaných poměrech (Baranyk et al. 2007). Takto vyživenou půdu je třeba řepce zajistit už od zasetí. Jelikož stav porostů, a hlavně kořenového systému před nástupem zimy je jedním z důležitých faktorů pro dosažení vysokého výnosu řepky (Bečka et al. 2013).

Su et al. (2015) poukazují na fakt, že lokální aplikace hnojiv má pozitivní vliv na odběr živin a růst rostlin. Efektivnost lokálního přihnojení jsme hodnotili na základě maloparcelkových pokusů založených na dvou stanovištích v ČR.

Na pokusech založených v lokalitě Kočí byl hodnocen vliv lokálního hnojení u pěti variant hnojiv. Již při pozimní inventarizaci porostu byl zaznamenán nárůst nadzemní biomasy u variant s hnojivy LOVOSTART GSH NP 6-28+7S, CORN STARTER[®], AMOFOS NP 12-52, GSH NPK 10-10-10+13S a ENSIN[®]. Největší nárůst nadzemní biomasy byl zaznamenán u varianty s použitým hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Zde byl změřen nárůst 6,7 g na rozdíl od nehnojené kontroly. U tohoto hnojiva byl též zjištěn nejvyšší nárůst kořenů. Pozitivní vliv na růst kořenového systému byl zjištěn i u variant s aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52 a CORN STARTER[®]. Varianty s větším kořenovým systémem měly i větší kořenový krček v porovnání s kontrolou bez provedení hnojení pod patu. Stejný trend nárůstu celých rostlin i průměru kořenového krčku byl zjištěn na pokusech v Žabovřeskách nad Ohří, konkrétně u variant s aplikovaným hnojivem CORN STARTER[®] a GSH NPK 10-10-10+13S. Vzhledem k tomu, že varianta s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S dosáhla nejlepších výsledků na obou stanovištích, můžeme tvrdit, že šlo o dobře zvolenou kombinaci živin s vyšším obsahem síry.

Bečková et al. (2017) hodnotili tříleté pokusy s pěti pěstitelskými technologiemi, dvě s orbou a tři s podmítkou. U jedné varianty orané a jedné varianty s podmítkou byla provedena aplikace hnojiva „pod patu“. V prvním roce bylo aplikované hnojivo UREAstabil[®] v dávce 50 kg/ha. V následujících dvou letech bylo aplikované hnojivo NPS 49 v dávce 180 kg/ha. Z tříletého průměru výsledků podzimního měření nadzemní biomasy a kořenů, zjistili nejdříve nárůst kořenů i průměru kořenového krčku u obou hnojených variant. Při kontrole před nástupem zimy zaznamenali i nárůst nadzemní biomasy narozdíl od varianty bez použití lokálního hnojení.

Lokální aplikací hnojiva se zabývali i Brant et al. (2017). Na pokusech založených v hospodářském roce 2015/2016 ověřovali vliv lokální aplikace minerálních hnojiv a jejich dávek na vývoj porostů řepky ozimé. U pokusů byl hodnocen i vliv základního zpracování půdy (orba, mělké kypření). Na každé části po orbě i mělkém zpracování bylo založeno pět různých variant. Na třech variantách bylo při setí lokálně aplikované hnojivo UREAstabil[®] ve třech různých dávkách 80, 100 a 140 kg/ha. Na jedné variantě bylo použito hnojivo NPK v dávce 100 kg/ha a pro kontrolu byla zasetá varianta bez provedení hnojení „pod patu“. Na podzim stanovili průměr kořenového krčku a průměrnou suchou hmotnost rostliny. Z uvedených výsledků je patrný nárůst kořenového krčku i celých rostlin u všech hnojených variant. Vyšších hodnot průměru kořenového krčku bylo dosaženo na plochách s mělkým kypřením. Podle

autorů práce to mohla způsobit vyšší vlhkost půdy v horní vrstvě půdy na plochách s mělkým kypřením. Jako další možný faktor uvádí rozložení hnojiva v rýze po přihnojovací radličce. Jelikož na plochách s mělkým kypřením vykazovaly radlice výraznější rýhu s pevnějšími stěnami, které omezili větší rozptyl hnojiva do stran.

V jarním období byl u námi sledovaných pokusů v Kočí zjištěn nárůst celých rostlin i průměru kořenového krčku u variant s použitým hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28-7S, CORN STARTER[®], GSH NPK 10-10-10+13S, ENSIN[®]. Nejlepších hodnot dosáhla varianta s hnojivem GSH NPK 10-10-10+13S. Varianta s použitým hnojivem ENSIN[®], která v podzimním období dosahovala nižších hodnot než kontrola, už v jarním období byla vyhodnocena jako druhá nejlepší. Její podzimní stav byl způsoben vysokým tlakem dřepčičků. Velmi dobrý stav rostlin v jarním období byl díky podpořenému kořenovému systému a teplé zimě kdy mohly rostliny vegetovat. V Žabovřeskách n. O. došlo u všech variant hnojení k nárůstu kořenů a průměru kořenového krčku. U variant LOVOSTART GSH NP 6-28+7S a CORN STARETER[®] byl zaznamenán i vyšší nárůst nadzemní biomasy. Na pozitivní vliv aplikace hnojiv do zóny kořenů poukazují ve své práci i Brant et al. (2017). Dokumentovali stav kořenového systému na jaře a zjistili, že mohutnější kořenový systém ve srovnání s nehnojenou kontrolou měly varianty založené po mělkém kypření půdy s aplikací hnojiva „pod patu“.

Při hodnocení vlivu lokální aplikace hnojiva na výnos semen, bylo zaznamenáno navýšení u všech hnojených variant. Ke zvýšení výnosu tedy došlo i u variant, které v podzimním či jarním období nedosahovaly rozměrů rostlin na nehnojené kontrole. Je tedy možné, že větší množství dodaných živin oproti nehnojené kontrole napomohlo později k lepší tvorbě výnosových prvků, jako jsou větve, šešule, semena, které v práci nebyly hodnoceny. V průměru z obou stanovišť došlo k navýšení výnosu semene na rozdíl od kontroly o 7,66 %.

Pozitivní vliv na výnos zaznamenali ve tříletých pokusech v Červeném Újezdě u lokální aplikace hnojiva i Bečková et al. (2017). V pokusech hodnotili i vliv základního zpracování půdy na výnos řepky. Z jejich práce je patrné, že nejvyšších výnosů dosahovala varianta založená po orbě s lokální aplikací hnojiva, kde došlo k navýšení výnosu na rozdíl od kontroly o 9 %. U varianty s aplikací hnojiva „pod patu“ založené po podmítce došlo k nárůstu výnosu o 8 %. Statisticky je tedy průkazný pozitivní vliv lokální aplikace hnojiv.

I Brant et al. (2017) sledovali vliv základního zpracování půdy s použitím lokálního hnojení. Hodnotili pět variant hnojení, každá varianta byla založena po orbě i mělkém kypření. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta po orbě s aplikovaným hnojivem NPK v dávce 100 kg/ha, kde došlo k navýšení výnosu o 5,1 % na rozdíl od nehnojené orané kontroly. Sledování dále ukázalo, že všechny varianty po orbě vykazovaly vyšší výnos než kontrolní nehnojená varianta po orbě. Na variantách setých po mělkém kypření byl ve srovnání s nehnojenou oranou variantou stanoven vyšší výnos jen na plochách s aplikací NPK v dávce 100 kg/ha. Jak uvádí autoři u variant zakládaných do mělkého kypření je nutné počítat s negativním vlivem slámy koncentrované v horní vrstvě půdy. Opomenou nelze ani vysokou konkurenci výdrolu z obilných předplodin.

Nkebiwe et al. (2016) shrnuli výsledky 40 publikovaných studií a ty ukázaly pozitivní vliv lokální aplikace hnojiv na výnos. V těchto studiích zvedla aplikace hnojiva výnos o 3,7 % na rozdíl od nehnojené kontroly.

Je nutné věnovat pozornost i vhodnosti hnojiva při lokální aplikaci. Shen et al. (2013) uvádějí, že lokální aplikace amonného N snižuje v okolí aplikovaného hnojiva pH půdy a rostliny lépe přijímají P. Lokální aplikace může též stimulovat růst kořenů v zóně uložení hnojiva. Avšak jak zmínili Cihlář et al. (2015), samotný N aplikovaný pod patu osiva nestačí. Měli bychom vybírat spíše hnojiva s nízkým obsahem dusíku a vysokým množstvím fosforu. Při vyšší aplikaci N vzniká riziko „balíčkové sadby“ kdy kořeny dlouho neopouští optimální stav půdy a živin v balíčku. Do horní vrstvy půdy je tedy výhodné při setí aplikovat tzv. startovací hnojiva s nízkou koncentrací a optimálním poměrem živin (Brant et al. 2015).

Brant et al. (2017) uvedli, že na základě provedených experimentů prokázali vliv zonální aplikace hnojiv při setí na vývoj rostlin ozimé řepky v podzimním období. Vnímají tedy toto agrotechnické opatření jako zlepšující pro vývoj porostů v podzimním období a zvyšující schopnost přezimování rostlin. Lze očekávat i pozitivní vliv na vývoj rostlin v zimním období při jeho teplém průběhu. Avšak stanovení přímého vlivu těchto aplikací na výnos semen je podle autorů velmi diskutabilní. Jelikož následný vývoj porostů je ovlivněn strukturou porostů, kompenzačním potenciálem rostlin a výživou rostlin po zimě.

7 Závěr

Na základě maloparcelkových pokusů založených na dvou stanovištích, a to Kočí a Žabovřesky nad Ohří v letech 2014-2015 jsme mohli zhodnotit vliv lokálního hnojení řepky ozimé. Porovnali jsme několik druhů hnojiv, různé dávky hnojiva a vyzkoušeli jsme i podporu mořením osiva řepky mikroprvky.

Bylo zjištěno, že lokální hnojení řepky zvýšilo výnos na obou pokusných stanovištích, a to u všech druhů hnojiv. Při porovnání stejných variant hnojení na pokusech Kočí i Žabovřesky n. O. dopadla nejlépe varianta hnojená hnojivem CORN STARTER[®]. Již v podzimním období jsme zaznamenali u variant s hnojivy AMOFOS NP 12-52, GSH NPK 10-10-10+13S a CORN STARTER[®] nárůst kořenů i nadzemní biomasy oproti kontrole. Po přezimování jsme zaregistrovali podobný vývoj kdy hnojené varianty dosahovaly ve sledovaných znacích vyšších hodnot než nehnojená kontrola. Pouze v jednom případě na pokusech Kočí dosáhla varianta hnojená hnojivem AMOFOS NP 12-52 nižších hodnot než kontrola. Lze tedy konstatovat, že lokálně hnojené řepky lépe vegetují a dosahují lepších výnosů. Avšak o tom, jak velký to bude mít vliv na výnos závisí na výběru druhu hnojiva a lokalitě, kde řepku pěstujeme a průběhu počasí.

Při pokusech s ošetřením osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn a současným lokálním hnojením nebyl potvrzen velký přínos na výnos. I když došlo k mírnému zvýšení výnosu, nebyl vývoj rostlin úplně příznivý. Na pokusech v Kočí samotné ošetření osiva hnojivem MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn navýšilo výnos o 0,63 t/ha ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Při vyhodnocení variant s ošetřeným osivem a aplikovaným hnojivem pod patu, dopadla nejlépe varianta s aplikovaným hnojivem AMOFOS NP 12-52, u které byl výnos 4,6 t/ha. Tedy o 0,93 t/ha více než u neošetřené a nehnojené varianty. Na pokusech v Žabovřeskách n. O. byl prokázán jen velmi malý přínos ošetření osiva mikroprvky s lokálním hnojením. Zde došlo u ošetřené a hnojené varianty k nárůstu výnosu oproti kontrole o pouhých 0,04 t/ha. Je možné, že by to lépe fungovalo na půdách s horšími fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

7.1 Stanovisko k hypotézám

Hypotéza č. 1: Předpokládá se, že lokální hnojení řepky ozimé má za následek nárůst hmotnosti nadzemní biomasy v porovnání s řepkou, kde nebylo lokální hnojení aplikováno.

Hypotéza byla částečně potvrzena. V podzimním období byl zjištěn průměrný nárůst nadzemní biomasy o 10,6 % na pokusech v lokalitě Kočí a o 8,7 % v Žabovřeskách n. O.. Na obou pokusných stanovištích byla varianta, kde byla hmotnost nadzemní biomasy nižší než u kontroly. V lokalitě Kočí to byla varianta hnojená hnojivem ENSIN[®], v Žabovřeskách n. O. dopadla hůře varianta s aplikovaným hnojivem LOVOSTART GSH NP 6-28+7S. V jarním období došlo u hnojených variant k průměrnému nárůstu nadzemní biomasy na pokusech Kočí o 30,2 % a na pokusech Žabovřesky n. O. 21,9 %. Opět na každém stanovišti byla jedna varianta, kde byl nárůst nadzemní biomasy menší než u nehnojené kontroly.

Hypotéza č. 2: Předpokládá se, že lokální hnojení u řepky ozimé má za následek nárůst hmotnosti kořenů a průměru kořenového krčku v porovnání s řepkou kde nebylo lokální hnojení aplikováno.

Hypotéza byla z větší části potvrzena. V podzimním období byl nárůst hmotnosti kořenů na pokusech Kočí vyšší o 10,9 %. Nižšího nárůstu kořenů bylo zaznamenáno na dvou variantách. V jarním období jsme naměřili nárůst už pouze 3 %. Jedna varianta dosahovala nižších hodnot než kontrola. V Žabovřeskách n. O. jsme v podzimním období zaznamenali vyšší nárůst kořenů, a to dokonce v průměru o 28,8 % na rozdíl od kontroly. Méně bylo naměřeno na jedné variantě o pouhých 0,1 g. Ale v jarním období už všechny hnojené varianty překonaly kontrolu a dosahovaly průměrného nárůstu kořenů o 33,5 %. Podobný vývoj byl zaznamenán i při měření průměru kořenového krčku. Na pokusech v lokalitě Kočí byl v podzimním období zaznamenán jen mírný rozdíl od kontroly a to pouhých 1,8 % nárůstu. Rostliny na variantě hnojené hnojivem ENSIN[®] měly menší průměr kořenového krčku než na kontrole. V jarním období byl už ale nárůst průměru kořenového krčku o 9,1 % a jediná varianta kde byl aplikován AMOFOS NP 12-52, měly rostliny menší průměr jen o 0,2 mm než na kontrole. Na pokusech v Žabovřeskách jsme v podzimním období našli pouze jednu variantu řepky s menším průměrem kořenového krčku ve srovnání s kontrolou. Avšak v při jarních odběrech již všechny varianty dosahovaly lepších hodnot než kontrola a průměrně dosahoval průměr kořenového krčku rostlin o 9 % větších hodnot oproti kontrole.

Hypotéza č. 3: Předpokládá se, že při stejném druhu hnojiva ve stejné dávce, aplikovaného lokálně pod řepku ozimou, bude vyšší výnos na lokalitě s vyšším úhrnem srážek.

Hypotéza byla potvrzena. V lokalitě Žabovřesky n. O. kde byl roční úhrn srážek 554 mm navýšilo lokální hnojení výnos v průměru o 5,6 % oproti kontrole. Zatím co na lokalitě Kočí, kde byl roční spad srážek 794 mm, byl průměrný výnos hnojených variant navýšen o 12,4 % v porovnání s nehnojenou kontrolou.

8 Literatura

- AGRICS. 2018. Umění podřývat. AGRI CS a. s., Hustopeče Available from <https://www.agrics.cz/umeni-podryvat> (accessed únor 2020).
- AGROFERT, a.s. 2015. Vyhodnocení polních dnů 2015. AGROFERT, a.s. Available from <https://www.mojehnojiva.cz/sites/default/files/prilohy/15vyhodnocenikatalogfinal.pdf> (accessed listopad 2019).
- Badalíková B, Bartlová J. 2012. Význam hnojení organickou hmotou. Úroda, LX, **10**: 28-30.
- Baranyk P, Fábry A, Balík J, Dostálová J, Humpál J, Kazda J, Koprna R, Kuchtová P, Markytán P, Nerad D, Soukup J, Šaroun J, Škeřík J, Volf M. 2007. Řepka, pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, s. r. o., Praha.
- Baranyk P. 2009. Podmínky pro úspěšnou produkci řepky olejky. Pages 40-45. Řepka plodina s budoucností. BASF spol. s. r. o., Praha.
- Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá pěstitelský rádce. Kurent, s. r. o., Praha.
- Bečka D, Šimka J, Cihlár P, Prokinová E, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2013. Řepka ozimá – inovace pěstitelské technologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Bečková Z, Kuchtová P, Cihlár P, Bečka D, Vašák J, Prokeš K. 2017. Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé – tříleté hodnocení. Pages 4-8 in Švachula V, Vach M, Honsová H, editors. Prosperující olejniný 2017. ČZU v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra rostlinné výroby, Praha.
- BEDNAR. 2020. OMEGA OO secí stroj. BEDNAR FMT s. r. o., Rychnov nad Kněžnou. Available from https://www.bednar.com/omega-oo_fl/#technick-data (accessed únor 2020).
- Bouma M. 2017. Řepkařům přibývá problémů. Úroda, příloha Řepka, LXV, **4**: 3.
- Brant V, Bečka D, Cihlár P, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Chyba J, Jursík M, Kobzová D, Krček V, Krouhlík M, Kusá H, Novotný I, Pivec J, Prokinová E, Růžek P, Smutný V, Škeříková M, Zábranský P. 2016. Pásové zpracování půdy (strip tillage) klasické, intenzivní a modifikované. Profi Press s. r. o., Praha.
- Brant V, Kroulík M, Kusá H, Lukas V, Neudert L, Nýč M, Růžek P, Smutný V, Zábranský P. 2015. Technologické postupy využití strojů pro diferencované zpracování půdy a cílenou aplikaci hnojiv do půdy – Certifikovaná metodika. Kurent, s.r.o., Praha.
- Brant V, Zábranský P, Škeříková M, Kroulík M. 2017. Zonální aplikace hnojiv při setí ozimé řepky. Agromanuál **7**: 80-83.

- Cihlář P, Bečka D, Kedaj P, Vašák J. 2015. Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé v roce 2014/15. Pages 15-19 in Mikšík V, Bečková L, Bečka D, editors. Prosperující olejninu 2015. Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra rostlinné výroby, Kralupy nad Vltavou.
- Colomb B, Kiniry JR, Debaeke P. 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Agronomy Journal* **92**: 428–435.
- Černý J, Kovařík J, Kulhánek M, Shejbalová Š. 2014. Aplikace organických hnojiv podzimním obdobím. *Úroda*, LXII, **8**: 66-70.
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2018. Hnojení ozimé řepky na podzim. Kurent s. r. o., České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repy-na-podzim> (accessed srpen 2019).
- Český statistický úřad. 2019. Zemědělství – časové řady. Osevní plochy zemědělských plodin – Česká republika 04.07.2019. Available from https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr (accessed červenec 2019).
- Český statistický úřad. 2019. Zemědělství – časové řady. Historické srovnání rostlinné produkce 11.03.2020. Available from https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr (accessed červen 2020).
- Diepenbrock W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research* **67**:35–49.
- Duscaj L. 2014. Hnojenie repky ozimnej. *Agromanual* **7**: 64-66.
- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: AMOFOS NP 12-52. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_27401.pdf?id=27401 (accessed únor 2020).
- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: CORN STARTER. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_21355.pdf?id=21355 (accessed únor 2020).
- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: ENSIN. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_21346.pdf?id=21346 (accessed únor 2020).
- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: LOVOSTART GSH NP 6-28+7S se stopovými živinami. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_42725.pdf?id=42725 (accessed únor 2020).

- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: GSH NPK 10-10-10+13S. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_41408.pdf?id=41408 (accessed únor 2020).
- eAgri. 2020. Veřejný registr hnojiv – příbalový leták, etiketa: MIKROKOMPLEX Cu – Mn - Zn. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/ssl/app/rhpub/etikety/etiketa_44550.pdf?id=44550 (accessed červen 2020).
- Fábry A. 1992. Původ, dějiny, rozvoj a rozšíření pěstování. Pages 33-40 in Fábry A, Janovec J, Kosek Z, editors. Olejiny. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Gilland B. 2002. World population and food supply: Can food production keep pace with population growth in the next half-century?. *Food Policy* **27**: 47-63 s.
- Hůla J, Procházková B, Badalíková B, Dovrtěl J, Dryšlová T, Hartman I, Hrubý J, Hrudová E, Javůrek M, Kasal P, Klem K, Kovaříček P, Kroulík M, Kumhála F, Mašek J, Neudert L, Růžek P, Smutný V, Váňová M, Winkler J. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press s.r.o., Praha.
- Chen XP, Zhu YG, Xia Y, Shen JP, Zheng JZ. 2008. Ammonia-oxidizing archaea: important players in paddy rhizosphere soil?. *Environmental microbiology* **10**,**8**: 1978-1987.
- Jankowski KJ, Sokólski M, Olszewski P. 2019. Effect of micro-granular starter fertilizer on the micronutrient content of winter rapeseed biomass. *Journal of Elementology* **24**:449-460.
- Jevič P. 2009. Nepotravinářské využití řepky olejné. Pages 10-21. Řepka – plodina s budoucností. BASF spol. s r. o., Praha.
- Jing J, Zhang F, Renger Z, Shen JP. 2012. Localized fertilization with P plus N elicits an ammonium-dependent enhancement of maize root growth and nutrient uptake. *Field Crop Res.* **133**: 176–185.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, s.r.o., Praha.
- Kelley KW, Sweeney DW. 2007. Placement of preplant liquid nitrogen and phosphorus fertilizer and nitrogen rate affects no-till wheat following different summer crops. *Agron. J.* **99**: 1009–1017.
- Kocourek F, Havel J, Hovorka T, Kazda J, Kolařík P, Kovaříková K. 2017. Ochrana řepky proti živočišným škůdcům na podzim bez mořidel na bázi neonikotinoidů. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Kulhánek M. 2014. Draslík – podceňovaný prvek ve výživě rostlin. *Úroda*, **LXII**,**3**: 64-66.

- Kurpjuweit H. 2009. Hnojení. Pages 97-107. Řepka plodina s budoucností. BASF spol. s r. o., Praha.
- LEMKEN. 2020. Secí kombinace – Compact-Solitair 9 HD. LEMKEN. Available from <https://lemken.com/cz/vysev/seci-kombinace/compact-solitair/compact-solitair-9hd/> (accessed únor 2020).
- Malarz W, Kozak M, Kotecki A, Serafin – Andrzejewska M., 2008: Vliv různých hnojiv s obsahem síry na výnos řepky ozimé. Pages 72-74 in Švachula V, Vach M, Bečka D, editors. Prosperující olejniny 2008. ČZU Katedra rostlinné výroby Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Praha.
- Mayland M, Bothe H. 2009. Houbové choroby řepky – biologie, diagnóza a ochrana. Pages 119-144 Řepka – plodina s budoucností. BASF spol. s r.o., Praha.
- Němec, J. 2001. Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky. VÚZE, Praha.
- Nkebiwe M, Weinmann M, Müller T. 2016. Improving fertilizer-depotexploitation and maize growth by inoculation with plant growth-promotingbacteria: from lab to field. Chem. Biol. Technol. Agric. **3**: 1–16.
- Nkebiwe M, Weinmann M, Müller T. 2016. Fertilizer placement to improve crop nutrient acquisition and yield: A review and meta-analysis. Field Crops Research **196**: 389–401.
- Nosalewicz A. 2013. Effect of localized soil fertilization and compaction on water and nutrients uptake by maize. Acta Agrophys., Monographiae. 1-103.
- Nyord T, Søgaard HT, Hansen N, Jensen S. 2008. Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. Biosystems Engineering, **100**: 235-244.
- Ogilvy SE. 1990. The effects of severity and duration of volunteer barley competition on the yield of winter oilseed rape – review of ADAS trials, 1986-87. Aspects of Applied Biology:237–243.
- Peterson CL, Auld DL, Korus RA. 1983. Winter rape oil fuel for diesel engines: Recovery and utilization. Journal of the American Oil Chemists' Society **60**:1579–1587.
- Richter R, Hřivna L. 2001. Výživa a hnojení ozimé řepky. SPZO s.r.o., Praha.
- Roberts TL. 2009. The role of fertilizer in growing the world's food. Better Crops **93**: 12-15.

- Ruidisch M, Bartsch S, Kettering J, Huwe B, Frei S. 2013. The effect of fertilizerbest management practices on nitrate leaching in a plastic mulched ridgecultivation system. *Agr. Ecosyst. Environ.* **169**: 21–32.
- Růžek P, Kusá H. 2016. Výživa a hnojení v systémech pásového zpracování půdy. Pages 56-63 in Hůla J, Rataj V, editors. *Pásové zpracování půdy (strip tillage) klasické, intenzivní a modifikované*. Profi Press s. r. o., Praha.
- Ryant P, Antošovský J, Syrová H. 2016. Vybrané aspekty hnojení řepky ozimé. Kurent, s. r. o., České Budějovice. Available from www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-astimulace/hnojeni/vybrane-aspekty-hnojeni-repy-ozime (accessed červen 2019).
- Salisbury PA, Ballinger DJ, Wratten N, Plummer KM, Howlett BJ. 1995. Blackleg disease on oilseed Brassica in Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **35**:665–672.
- Shen J, Li Ch, Mi G, Li L, Yuan L, Jiang R, Zhang F. 2013. Maximizing root / rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture of China. *Journal of Experimental Botany*. **64**: 1181-1192.
- Smalla K, Wieland G, Buchner A, Zock A, Parzy J, Kaiser S, Roskot N, Heuer H, Berg G. 2001. Bulk and Rhizosphere Soil Bacterial Communities Studied by Denaturing Gradient Gel Electrophoresis: Plant-Dependent Enrichment and Seasonal Shifts Revealed. *Applied and Environmental Microbiology* **67**:4742–4751.
- Su W, Liu B, Liu X, Li X, Ren T, Cong R, Lu J. 2015. Effect of depth of fertilizer banded placement on growth, nutrientuptake and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*. **62**: 38-45.
- Valluru R, Vadez V, Hash CT, Karanam P. 2010. A minute P application contributes to a better establishment of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) seedling in P deficient soils. *Soil Use Manag* **26**: 36-43.
- Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Pres, s.r.o., Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, s.r.o., Praha.
- Volf M. 2020. Marketing olejnin. *Květy olejnin*. **4**: 2-3.
- Wu F, Lin D, Su D. 2011. The Effect of Planting Oilseed Rape and Compost Application on Heavy Metal Forms in Soil and Cd and Pb Uptake in Rice. *Agricultural Sciences in China* **10**:267–274.

Zehnálek P, Mezlík T, Holubář J. 2009. Olejniny 2009. ÚKZÚZ, Brno.