

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Použití hnojiva Lovo CaN u řepky ozimé (*Brassica napus*  
L.)**

**Diplomová práce**

**Bc. Jan Dvořák**

**Výživa a ochrana rostlin**

**Ing. David Bečka, Ph.D.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Použití hnojiva Lovo CaN u řepky ozimé (*Brassica napus* L.)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce Ing. Davidu Bečkovi, Ph.D. za pomoc při vypracování práce a za celkovou organizaci pokusu. Dále bych chtěl poděkovat Bc. Michaelae Pavelkové a Tomáši Moutvičkovi za pomoc při měření.

# Použití hnojiva Lovo CaN u řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

## Souhrn

Řepka olejka je v České republice nejpěstovanější olejninou. Semena této plodiny nachází uplatnění v mnoha odvětvích, například v potravinářství, krmivářství, oleochemii nebo výrobě biopaliv. Řepka je také zlepšující plodinou a významným přerušovačem obilných sledů v osevním postupu.

Cílem této práce je zhodnocení použití listových hnojiv v ozimé řepce v jarním období. Pro tento pokus byla využita hnojiva Lovo CaN, Lovo CaN T, roztok močoviny a SK sol. Tato hnojiva byla aplikována ve dvou termínech. A to v plném květu a v období, kdy měla řepka zelené šešule. Dále bylo testováno využití Lovo CaNu T v kombinaci s dalšími přípravky, konkrétně se jednalo o fungicid Amistar Xtra a stimulátor Atonik. Maloparcelkový pokus o deseti variantách byl založen na pozemku Výzkumné stanice Červený Újezd ve třech (2017/18) respektive ve čtyřech (2018/19 a 2019/20) opakováních. V roce 2018 proběhlo měření v porostu 18. června, v roce 2019 27. června a 2020 15. června. Sledována byla vždy výška rostlin, počet větví s šešulemi, počet šešulí na terminálu a délka šešulí. Po sklizni řepky, která v roce 2017/18 proběhla 13. července a v letech 2018/19 i 2019/20 27. července, byl vyhodnocen výnos semen při 8 % vlhkosti, hmotnost tisíce semen (HTS) a obsah oleje v sušině semen.

Nejvyššího výnosu dosáhly v prvním roce 2017/18 obě varianty hnojené Lovo CaNem T v dávce 200 l/ha. Nejvyšší olejnatost měla neošetřená kontrola. Nejvyšší hmotnosti tisíce semen dosáhla varianta hnojená 400 l/ha Lovo CaNu v období zelených šešulí, tato varianta měla nejvyšší HTS i v následujícím roce. V roce 2018/2019 byla nejvyšší olejnatost opět u neošetřené kontroly. Na prvním místě z hlediska výnosu byla varianta hnojená roztokem močoviny v květu. V posledním roce měla nejvyšší HTS i výnos semen varianta SK sol, nejvyšší olejnatost varianta s močovinou aplikovanou do květu. Rozdíly mezi jednotlivými ročníky byly značné. Nejvyšší tříletý průměr výnosů semen měla varianta hnojená SK solem na šešule (4,87 t/ha), na druhém místě skončila varianta s Lovo CaNem T aplikovaným rovněž na zelené šešule (4,74 t/ha). Aplikace obou hnojiv Lovo CaN na zelené šešule byla z hlediska výnosu přínosnější než jejich použití do květu. Nejvyšší tříletý průměr HTS (4,477 g) byl zjištěn shodně u variant s roztokem močoviny v květu a Lovo CaNem T na šešule. Na základě tříletých průměrů byla potvrzena hypotéza č. 2, že použití Lovo CaNu zvyšuje HTS. Varianta hnojená roztokem močoviny do květu dosáhla také nejvyššího tříletého průměru olejnatosti v sušině semen (44,18 %).

Na závěr této práce byl vyhodnocen i ekonomický přínos sledovaných hnojiv oproti nehnojené kontrole. Hnojiva Lovo CaN a Lovo CaN T z ekonomického hlediska první dva roky moc dobře nedopadly, v tom třetím na tom byla většina variant s nimi velice dobře. Jen jedna z těchto variant však skončila po odečtení nákladů na hnojivo v tříletém průměru v zisku, a to 200 l/ha Lovo CaNu T na šešule (+ 643 Kč/ha). Naopak varianta ošetřená hnojivem SK sol v zelených šešulích byla ve všech třech letech v kladných hodnotách, průměrně dosáhla zisku 3598 Kč/ha. Z použitých hnojiv lze právě SK sol doporučit pro praxi nejvíce, zejména pro jeho

nízkou cenu i doporučenou dávku. Hnojení Lovo CaNem T sice přineslo v tříletém průměru navýšení výnosu semen, ovšem jeho nákupní cena může pěstitele odrazovat. Hypotézu č. 1, že použití hnojiv Lovo CaN zvyšuje výnos a je ekonomicky výhodné, tak lze potvrdit jen zčásti. V této práci bylo počítáno s nejnižšími možnými cenami, které platí při odběru v cisternách. Cena v případě nákupu menších balení je mnohem vyšší.

**Klíčová slova:** řepka, hnojení, dusík, Lovo CaN, výnos, olejnatost, HTS

# Lovo CaN fertilizer use in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

## Summary

Oilseed rape is the most cultivated oilseed in the Czech Republic. Rape seeds are used in foods, feed industry, oleochemistry or biofuel production. Oilseed rape also has improving effects on soil and its an important breaker of grain sequences in the crop rotations.

The aim of this thesis is to evaluate the use of foliar fertilizers in winter oilseed rape cultivation during spring season. Fertilizers Lovo CaN, Lovo CaN T, urea solution and SK sol were used for this experiment. These fertilizers were applied in two terms. First was when the rape plants were in full flowering and the second when the plants had green siliques. Furthermore, the use of Lovo CaN T in combination with other products (fungicide Amistar X and the stimulator Atonik) was tested. The small-scale experiment was performed in the Research center Červený Újezd. In the 2017/18 season the experiment had 10 variants in 3 repetitions each and in 2018/19 and 2019/20 10 variants in 4 repetitions each.

In 2018, the measurements were made on 18<sup>th</sup> June, in 2019 on 27<sup>th</sup> June and in 2020 on 15<sup>th</sup> June. The height of the plants, the number of branches with siliques, the number of siliques at the terminal and the length of siliques were always observed. After the rapeseed harvest, which took place on 13<sup>th</sup> July 2017, on 27<sup>th</sup> July 2019 and on 27<sup>th</sup> July 2020, the seed yield, the weight of thousand seeds (TKW) and the oil content of the seed dry matter were evaluated.

In the 2017/18 season, both variants fertilized with Lovo CaN T in a dose of 200 l/ha achieved the highest yield. The unfertilized control had the highest oil content. The highest weight of a thousand seeds was reached by the variant fertilized with 400 l/ha of Lovo CaN on green siliques, this variant had the highest TKW in the following year as well. In the 2018/2019, the untreated control had the highest oil content again. On first place in terms of yield was the variant fertilized with a solution of urea in the flowering stage of rape. In the last year (2019/20), the SK sol variant had the highest TKW and seed yield. The variant with urea applied in the flowering stage had the highest oil content. The differences between all seasons were considerable.

Variants fertilized with SK sol on green siliques had the highest three-year average of seed yield (4,87 t/ha), followed by variants with Lovo CaN T applied also in the stage of green siliques (4.74 t/ha). The application of both Lovo CaN fertilizers on green siliques was more beneficial in terms of yield than their application in the flowering stage. The variants fertilized with urea in flowering stage and with Lovo CaN on green siliques had both the highest three-year average of TKW (4.477 g). Hypothesis number 2, that the use of Lovo CaN fertilizers increases TKW, was confirmed. The variant with urea applied during flowering stage also reached the highest three-year average of oil content in the dry matter of seeds (44.18 %).

At the end of this thesis, the economic benefit of fertilizers used compared to the unfertilized variant was evaluated. From the economic point of view, Lovo CaN and Lovo CaN T fertilizers did not turn out to be very profitable in first two seasons. In the 2019/20 season most of the variants with these fertilizers made a profit. However, only one of these variants ended up in a profit from the three-year average point of view, namely the 200 l/ha of Lovo

CaN T applied on green siliques (+643 CZK/ha). The variant fertilized with SK sol in the stage of green siliques made a profit in all three years, with an average of CZK 3598 CZK/ha. From the fertilizers used, SK sol can be recommended for practical use the most, especially for its low price and dose. Although Lovo CaN T fertilization has increased the yield of seeds on a three-year average, its price may discourage growers. Hypothesis number 1 that the use of Lovo CaN fertilizers increases the seed yield and is economically profitable can be confirmed only in part. In this experiment, the lowest possible prices of Lovo CaN fertilizers were calculated. The price can be much higher when buying smaller packages.

**Keywords:** winter oilseed rape, fertilization, nitrogen, Lovo CaN, seed yield, oil content, TKW

# Obsah

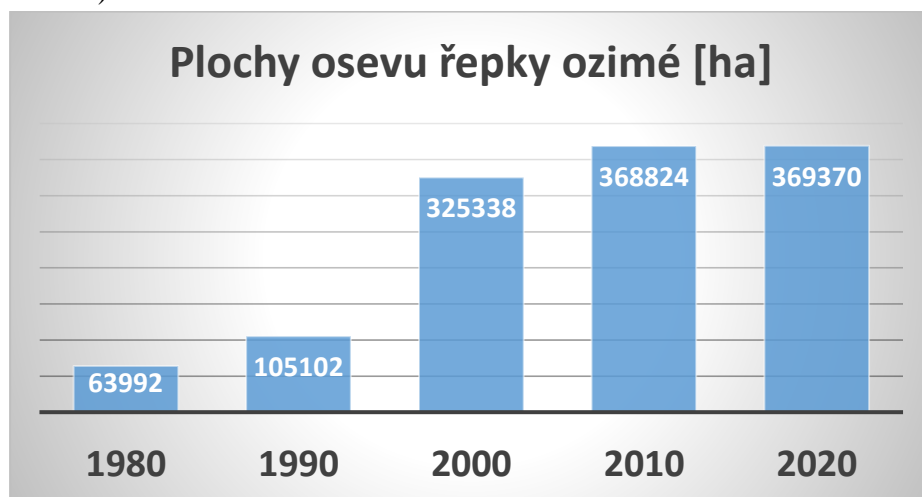
<b>1 Úvod .....</b>	<b>- 10 -</b>
<b>2 Cíl práce a hypotézy.....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>3.1 Řepka olejka .....</b>	<b>- 12 -</b>
3.1.1 Historie pěstování .....	- 12 -
3.1.2 Botanická charakteristika.....	- 12 -
3.1.3 Šlechtění .....	- 14 -
3.1.4 Význam.....	- 15 -
3.1.4.1 Význam pro osevní postup .....	- 15 -
3.1.4.2 Potravinářství.....	- 16 -
3.1.4.3 Krmivářství.....	- 16 -
3.1.4.4 Bionafta .....	- 17 -
3.1.5 Agrotechnika řepky .....	- 18 -
<b>3.2 Hnojení řepky.....</b>	<b>- 21 -</b>
3.2.1 Hnojení řepky dusíkem.....	- 21 -
3.2.2 Hnojení ostatními makroživinami .....	- 24 -
3.2.3 Hnojení mikroprvky.....	- 26 -
<b>3.3 Dusík v rostlině.....</b>	<b>- 27 -</b>
<b>3.4 Mimokořenový příjem živin.....</b>	<b>- 28 -</b>
<b>4 Metodika .....</b>	<b>- 32 -</b>
<b>4.1 Popis stanoviště .....</b>	<b>- 32 -</b>
<b>4.2 Popis pokusu.....</b>	<b>- 32 -</b>
<b>4.3 Varianty .....</b>	<b>- 33 -</b>
<b>4.4 Popis použitých přípravků .....</b>	<b>- 34 -</b>
4.4.1 Hnojiva .....	- 34 -
4.4.1.1 Lovo CaN .....	- 34 -
4.4.1.2 Lovo CaN T.....	- 35 -
4.4.1.3 Močovina.....	- 35 -
4.4.1.4 SK sol .....	- 35 -
4.4.2 Ostatní přípravky .....	- 36 -
4.4.2.1 Amistar Xtra .....	- 36 -
4.4.2.2 Atonik.....	- 36 -



<b>4.5</b>	<b>Technologie pěstování.....</b>	<b>- 36 -</b>
4.5.1	Vegetační rok 2017/18.....	- 36 -
4.5.2	Vegetační rok 2018/19.....	- 37 -
4.5.3	Vegetační rok 2019/20.....	- 37 -
<b>4.6</b>	<b>Měření a bonitace pokusů .....</b>	<b>- 38 -</b>
<b>4.7</b>	<b>Průběh počasí .....</b>	<b>- 39 -</b>
4.7.1	Počasí 2017/18.....	- 39 -
4.7.2	Počasí 2018/19.....	- 41 -
4.7.3	Počasí 2019/20.....	- 42 -
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>- 45 -</b>
<b>5.1</b>	<b>Výška rostlin .....</b>	<b>- 45 -</b>
<b>5.2</b>	<b>Počet větví .....</b>	<b>- 46 -</b>
<b>5.3</b>	<b>Počet šišulí na terminálu .....</b>	<b>- 46 -</b>
<b>5.4</b>	<b>Délka šišulí .....</b>	<b>- 47 -</b>
<b>5.5</b>	<b>Hmotnost tisíce semen.....</b>	<b>- 49 -</b>
<b>5.6</b>	<b>Olejnatost.....</b>	<b>- 50 -</b>
<b>5.7</b>	<b>Výnos semen při 8 % vlhkosti.....</b>	<b>- 51 -</b>
<b>5.8</b>	<b>Statistické vyhodnocení .....</b>	<b>- 52 -</b>
5.8.1	Vegetační rok 2017/18.....	- 52 -
5.8.2	Vegetační rok 2018/19.....	- 54 -
5.8.3	Vegetační rok 2019/20.....	- 56 -
5.8.4	Souhrnné zhodnocení všech ročníků .....	- 58 -
<b>5.9</b>	<b>Porovnání termínů aplikace .....</b>	<b>- 60 -</b>
<b>5.10</b>	<b>Ekonomické zhodnocení .....</b>	<b>- 62 -</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>- 67 -</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>- 69 -</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>- 71 -</b>

# 1 Úvod

Řepka olejka je nejpěstovanější olejninou v České republice. V sezoně 2019/20 byla pěstována zhruba na 370 000 hektarech (viz Graf 1), což představuje 15 % z osevních ploch (ČSÚ 2020).



Graf 1: Plochy osevů řepky ozimé v ČR

V dnešní době je řepka využívána v mnoha odvětvích. Využívá se pro výrobu oleje v potravinářství, zbytky z lisování nachází uplatnění v krmných směsích, dále je řepka využívána k výrobě MEŘO, které se přidává do paliva. Nelze opomenout ani úlohu řepky v osevním postupu. Řepka ozimá je hodnocena jako velmi významná zlepšující plodina, jenž i včas opouští pole (Kokaisl, 2008).

Ozimá řepka se v odběru živin řadí mezi nejnáročnější plodiny. Z pohledu tvorby výnosu je rozhodující hnojení dusíkem. Deficit dusíku prokazatelně způsobuje pokles výnosu. Nevhodně stanovené dávky, termíny aplikace či formy aplikovaných hnojiv negativně ovlivňují agronomickou i ekonomickou efektivnost hnojení (Gu et al. 2018).

Kučera et al. (2017) uvedli, že se v praxi v poslední době setkávali se situací, kdy porosty ozimé řepky ve vyšších fázích vývoje (BBCH 65-70) začínaly trpět nedostatkem dusíku a vápníku. Příčinou byl zpravidla nedostatek srážek, který neumožnil porostu přijímat dostatek živin prostřednictvím kořenové soustavy ale i přemokření, extrémní teploty, proplavení živin do nižších vrstev půdy, vysoké pH nebo vysoký obsahu draslíku a hořčíku. Z těchto důvodů nebyl kvetoucí porost dostatečně zásoben živinami, což se negativně odrazilo na výnosu semene. Možným řešením je využití listového hnojení, například hnojivem Lovo CaN nebo Lovo CaN T.

## **2 Cíl práce a hypotézy**

Cílem práce je zhodnotit přínos aplikace hnojiv LovoCan, LovoCan T a SK sol a roztoku močoviny v pozdějších růstových fázích řepky ozimé. Dále bude testováno využití Lovo CaNu T v tankmixu s fungicidem Amistar nebo stimulantem Atonik. Pozorován bude vliv jednotlivých variant na výnosotvorné prvky, konkrétně na výšku rostlin, počet větví s šesulemi, délku šesulí a počet šesulí na terminálu. Poté bude vyhodnocen u všech variant výnos semen při 8% vlhkosti, obsah oleje v sušině semen a hmotnost tisíce semen. Všechny výsledky budou statisticky vyhodnoceny. V práci bude hodnocen i ekonomický přínos aplikace těchto hnojiv.

### **Hypotézy:**

1. Hnojivo Lovo CaN zvyšuje výnos a HTS u řepky ozimé a je ekonomicky výhodné.
2. Pro zvýšení HTS je lepší aplikovat LovoCan na zelené šesule.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Řepka olejka

#### 3.1.1 Historie pěstování

Počátky pěstování řepky je třeba hledat v oblastech, kde se příliš nedařilo pěstování oliv. Řepka a řepice byla pěstována ve starověkém Římě i Egyptě. Zmínky o pěstování brukvovitých olejnin pocházejí i z Francké říše. Velký rozmach pěstování řepky v Evropě nastal v 16. století, kdy se díky holandským emigrantům rozšířil do Francie a dnešního Německa. U nás se řepka původně pěstovala především v úrodných nížinách. Rozmístění oblastní pěstování se od dob jejího největšího rozšíření v 60. letech 19. století podstatně změnilo. V těchto vysloveně kukuřičných a řepařských oblastech se řepka dostávala do konkurence s cukrovkou o chlévský hnůj. Proto se velká část ploch řepky přesunula do vyšších poloh a do podhůří (Fábry et al. 1992).

Od roku 1974 se na provozní plochy u nás začaly rychle šířit ozimé odrůdy řepky s minimálním (do 5 % později do 2 % z obsahu mastných kyselin) obsahem kyseliny erukové. Nový „bezerukový“ olej z řepky se velmi podobá oleji olivovému a vyhovuje nárokům zpracovatelů a potravinářů. V roce 1983 vznikl tzv. Systém výroby řepky. Ten kodifikoval pěstování řepky, aby došlo ke snížení a současně se zvýšily výnosy semen. Značně přispěl ke zlepšení ochrany proti škůdcům a ke zpřesnění hnojení dusíkem. Výměra i výnosy opět narostly (105 tis. ha, 3,06 t/ha) a zaorávky klesly na 5 % z osevu. Toto období bylo spojeno s nástupem pěstování dvounulových odrůd. U těchto odrůd byl snížen obsah kyseliny erukové na 2 % a obsah glukosinolátů na 25 mikromolů/g. To umožnilo podstatně širší využití řepkových extrahovaných šrotů jako hodnotného bílkovinného krmiva (Vašák et al. 2000).

V padesátých letech se běžně vysévalo 10–15 kg osiva řepky na hektar a jedním z „revolučních“ opatření Systému výroby řepky bylo snížení výsevku na 6–7 kg počátkem osmdesátých let (Baranyk 2002).

Po roce 1989 se snížením živočišné výroby, hlavně skotu, došlo k uvolnění ploch půdy, která již nebyla potřeba pro výrobu krmiva. Rapidně se mimo píce, jako je silážní kukuřice, jeteloviny a jetelotrávy snížily osevní plochy cukrovky, lnu, zčásti i brambor a luskovin. Na druhou stranu výrazně narostly plochy hlavních olejnin – řepky, máku, hořčice a slunečnice (Baranyk 2007).

#### 3.1.2 Botanická charakteristika

Řepka (*Brassica napus* L. var. *napus*) vznikla spontánním křížením *B. oleracea* (2n=18) s *B. campestris* (2n=20) a je tedy amfidiploid. V Evropě se průkazně pěstuje od 16.-17. století, avšak zelí podstatně déle. Proto asi řepka vznikla před několika sty léty v mediteránní oblasti. Je převážně samosprašná, ale s vysokým podílem cizosprašení (30-40 %), který závisí i na aktivitě včel, na větru v době kvetení i na genetické dispozici (Chloupek 2008).

Brukev řepka olejka patří do čeledi brukvovitých. Novák & Skalický (2012) uvádějí, že řepka je jednoletá nebo ozimá bylina s mohutným kořenem a poloobjímavými, sivozelenými a ojíněnými listy. Dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné a řapíkaté, horní listy jsou vejčité a přisedlé. Lodyhy dorůstají výšky 0,5-1,5 (-2) m, jsou větvené a nesou poměrně řídké hrozny jasně žlutých květů. Poněkud odstálé šešule jsou lysé, s 15-40 semeny tmavohnědé, hnědočerné, růžové nebo nažloutlé barvy.

Síru obsahující glukosinoláty jsou charakteristickou sloučeninou v brukvovitých rostlinách. Díky nim získávají tyto rostliny svou charakteristickou palčivou chuť. V dnešních tzv. dvounulových odrůdách řepky je však jejich obsah snížen pod hranici 25  $\mu\text{mol/g}$  (Hay & Porter 2006).

Vašák et al. (2000) uvedli, že ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů, nejčastěji 320 až 330 dnů, výjimečně v nadmořských výškách nad 600 m i celý rok. Řepka vytváří mohutný křovitý kořen, který je asi z 87 % rozložen v ornici. Nadzemní část ozimé řepky se objevuje ve dvou proměnách: v podzimní fázi listové růžice (fáze vegetativní) a v jarní fázi prodlužovací nebo rychlého růstu (fáze generativní).

Řepka ozimá je plodinou mírného podnebného pásu. Teplota je jedním z hlavních faktorů určujících množství a kvalitu výnosu. Klíčivost, produkce biomasy, jarovizace, rychlost růstu, délka kvetení a celková vegetační doba jsou všechno procesy, které jsou z větší nebo menší části řízeny teplotou. Na úspěšné přezimování rostlin má vliv odrůda, zvolená agrotechnika a úroveň hnojení (Kole et al. 2002).

Pro klíčení semeno řepky vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Minimální teplota pro klíčení je 1 °C, optimální teplota +20 až +25 °C. Zárodečný kořínek začíná vznikat množением meristematických buněk vzrostného vrcholu kořenového systému. Tvorba zárodečného kořene je ovlivněna energetickou výkonností zásobní látky (oleje) a fyzikálním stavem půdy a poměrem vody, vzduchu v půdě a teplotou (Baranyk et al. 2007).

Kořen řepky je velmi dynamický orgán a má schopnost přizpůsobit se změnám podmínek prostředí. Ačkoliv je růst kořenového systému do hloubky žádoucí, více než 80 % kořenů (v závislosti od způsobu a hloubky zpracování půdy) se nachází v horní vrstvě půdy v hloubce 20-30 cm. Zde je koncentrované největší množství živin potřebných pro růst (Nagel et al. 2009).

Kořeny řepky vykazují typickou stavbu tvaru obráceného kužele, u něhož objem půdy v kontaktu s kořeny klesá s hloubkou. Řepka se vyznačuje relativně mohutnými kořeny, u nichž kořenové vlášení zvyšuje povrch kořenů a tím potenciál získat živiny z půdy (Hammac et al. 2011).

### 3.1.3 Šlechtění

Dnešní odrůdovou skladbu řepky ozimé tvoří pět skupin odrůd: liniové odrůdy, pylově fertilní hybridy, pylově sterilní hybridy/sdružené odrůdy, tříliniové hybridy a topcross hybridy. Téměř všechny odrůdy jsou určeny pro produkci semen (Zehnálek 2019).

Vývoj odrůdové skladby v České republice zaznamenal v posledních letech značné změny. Dříve obvyklá situace, kdy tři hlavní odrůdy dosahovaly 50-75% podílu na trhu, se stala minulostí, a z dnešního pohledu je až nepochopitelná. Starší odrůdy jsou stále výrazněji nahrazovány jejich novějšími a výkonnějšími nástupci. Zřejmý je také posun k diverzifikaci odrůdové skladby, která se stává stále pestřejší (Baranyk et al. 2018).

Pro hybridní šlechtění je nutné vyloučit samosprašení, buď využitím samčí sterility, nebo autoinkompatibilitou. Hybridní odrůdy řepky jsou dvojího typu: tzv. kompozitní a restaurované. Kompozitní (složené) sestávají ze dvou komponent, z pylově sterilní mateřské linie, které bývá ve směsi převaha (např. 80 %) a z menšího podílu (např. 20 %) pylově fertilního opylovače. Otcovský komponent může sestávat z více linií, lišících se třeba v době kvetení, aby došlo k řádnému opylení mateřské linie. Opyluje hmyz a vítr (Chloupek 2008).

Stále častěji jsou rostliny vystavovány stresovým situacím a novým extrémům. Šlechtitelské cíle se proto neustále vyvíjejí a jejich spektrum se vlivem proměn negativních vlivů rozšiřuje. Výsledek šlechtitelského úsilí nabývá na významu a je průkazný tehdy, pokud v daném vegetačním období dojde k výskytu negativního jevu, na nějž je šlechtěno (Stárek 2016).

Současným trendem ve šlechtění řepky je zavádění HT (herbicid tolerantních) technologií, jejichž součástí je využívání hybridů tolerantních k herbicidům, na které jsou stávající konvenční odrůdy citlivé a uvádějí v té souvislosti Clearfield technologii, odolnost hybridů k imidazolinovým herbicidům, jejíž původ není nahlížen jako genová modifikace, protože se jedná o posílení resistance vůči herbicidům v rámci jednoho druhu prostřednictvím řízené mutagenese (Kuchtová et al. 2017).

Možnost využít geneticky modifikovaných (GM) řepok evropští, a tedy ani čeští, zemědělci nemají. Geneticky modifikovaná řepka a mutagenická řepka byly v Kanadě povoleny v roce 1995 (Smyth et al. 2011).

### 3.1.4 Význam

Základní úlohu mezi olejninami v našem zemědělství má řepka olejka – ozimá, která je současně i druhou nejvýznamnější plodinou našeho zemědělství po pšenici ozimé a před ječmenem jarním (Zehnálek 2019).

Sklizeň řepky v roce 2020 sice příjemně překvapila svým průměrným výnosem, ale za posledních deset let to byla až šestá nejvyšší sklizeň podle dosaženého výnosu i produkce. Desetiletý průměrný výnos řepky, který v České republice činí 3,21 t/ha, byl překonán o 5,3 %. Pěstitelé dosáhli průměrného výnosu 3,38 t/ha a produkce činila 1,25 mil. tun. Sklizňová plocha ozimé a jarní řepky byla podle ČSÚ v ČR 368 214 ha (Pančíková 2020).

#### 3.1.4.1 Význam pro osevní postup

Množství kořenových zbytků, které řepka zanechává v půdě, se udává v rozmezí 1520–4780 kg sušiny na jeden hektar. Řepka při výnosu semen 4 tun na hektar vytváří velké množství vegetační hmoty. Odhaduje se, že při tvorbě 11–12 tun biomasy na jeden hektar, 7–8 tun sušiny zůstává na poli. Vytvořená biomasa (kořenový systém + nadzemní hmota) obohacuje půdu o velké množství organické hmoty, přispívá k zachování úrodnosti půdy a zlepšuje bilanci humusu. Řepka je velký konzument živin. Jejich velká část se při zpětném transportu vrací do půdy. To je jeden z určitých faktorů předplodinové hodnoty (Fábry 2001).

Mineralizace dusíku z posklizňových zbytků je srovnatelná s jinými plodinami. V prvním roce po zapravení se zmineralizuje zhruba 30 % obsaženého dusíku. Nejvíce je však tento proces ovlivněn podmínkami v půdě (vlhkost, teplota, pH), důležité je také promísení s půdou. Aby se zabránilo ztrátám dusíku z posklizňových zbytků řepky, je třeba podpořit vzházení a nárůst biomasy jejího výdrolu (Trinsoutrot 1999).

Řepka je výbornou předplodinou pro následně seté obilniny a je považována za vynikající přerušovač obilních sledů. V obilnářských oblastech řepka nahrazuje luskoviny, které dříve plnily tuto funkci přerušovače. Z výsledků našich pokusů vychází, že ozimá pšenice dává po předplodině řepce až o 17 % vyšší výnosy proti pšenici pěstované po pšenici (Bečka et al. 2007).

Řepka ozimá je hodnocena jako velmi významná zlepšující plodina, které i včas opouští pole. Její předplodinová hodnota je nejlépe využívána ozimou pšenicí, u které různí autoři deklarují zvýšení výnosu po řepce v průměru o 300–500 kg/ha (Kokaisl 2008).

Vzhledem k vysoké poptávce po olejninách a dobrým odbytovým možnostem je řepka vyhledávanou komoditou a zemědělec, jako každý podnikatel, dělá to, co má dobrou cenu a odbyt. Navíc řepka, jako plodina zlepšující kvalitu půdy, zvyšuje úrodnost půdy a velmi dobře doplňuje obilnářské osevní postupy. Ozimá řepka je jednou z mála profitabilních plodin současného českého zemědělství a není jednoduché tuto plodinu úspěšně pěstovat. Pěstitelé však vědí, že je velmi užitečná a vzhledem k vysoké poptávce i zisková. Podíl řepky na orné půdě v ČR dnes představuje 16 % a není nijak mimořádně vysoký. V některých spolkových

zemích Německa dlouhodobě dosahuje podíl řepky 33 % a většina tamních obyvatel to považuje za stav normální (Brát & Baranyk 2017).

#### **3.1.4.2 Potravinářství**

Řepkové semeno je třetí nejdůležitější zdroj rostlinného oleje po sóje a palmě olejné. Obsahuje více než 25 % bílkovin, 40-42 % oleje, řepkový olej obsahuje 61 % kyseliny olejové a 8,8 % kyseliny linolové (Rastegar 2014).

Řepka ozimá je hlavním zdrojem jedlého oleje a rostlinných bílkovin v Evropské unii. Semena takzvaných dvouunulových odrůd, které jsou charakterizovány nízkým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové, obsahují 440 až 490 g surového tuku na kilogram sušiny. Celkový obsah proteinů je 190–260 g/kg sušiny (Jankowski et al. 2015).

Zpracovatelský průmysl řepky je v Evropské unii velice dobře zavedený. Denně je zpracováno zhruba 60 000 tun. Proces extrahování oleje se obvykle skládá ze dvou částí. Po mechanické extrakci následuje chemická. Převážná část surového oleje je následně rafinována (De Greyt 2011).

Široké uplatnění řepkového oleje je dáno jeho jemnou a neutrální chutí bez výrazného aroma, jako je tomu třeba u oleje sezamového, dýňového či olivového. K hlavním výhodám řepkového oleje patří jeho odolnost při vysokých teplotách a dále pak jeho tekutost. Tu si zachovává i při skladování v chladu, na rozdíl od mnoha jiných olejů, které při skladování v lednici ztuhnou (Nikodém 2013).

Většina řepkového oleje se v potravinářském průmyslu využije na výrobu margarínu nebo na produkci kuchyňských olejů. Zde je samozřejmostí požadavek na nízký obsah kyseliny erukové a glukosinolátů. Ve velmi malé míře se však pěstují odrůdy řepky, které mají obsah těchto látek naopak zvýšený. Olej těchto odrůd se používá pro svou unikátní kvalitu v technickém průmyslu jako mazivo (Farman et al. 1989).

V mnoha zemích po celém světě je řepka pěstována také jako léčivá rostlina. Uplatnění v tradiční medicíně má například v Íránu. Využívány jsou především kořeny, které pomáhají při léčbě potíží s ledvinami, zánětů močového měchýře či kurdějí (Saeidnia & Gohari 2012).

#### **3.1.4.3 Krmivářství**

Řepkový extrahovaný šrot obsahuje asi 40 % proteinu s příznivým složením aminokyselin a vyšším podílem esenciálních aminokyselin, např. methioninu a cysteinu (Friedt et al. 2006).



Plnotučné řepkové semeno je po sešrotování žlutočerná moučka průměrné chuti, která bývá zařazována do krmných směsí pro drůbež díky své vysoké energetické hodnotě a relativně nízké ceně. Ve srovnání s daleko častěji používaným řepkovým extrahovaným šrotem je obsah energie vyšší, zatímco obsah dusíkatých látek nižší. Při porovnání stravitelnosti se sójovými boby, je řepkové semeno horší, což bývá spojováno s vyšším obsahem neškrobových polysacharidů a ligninu u řepky v porovnání se sójou (Liu et al. 1995).

Protože šrot z řepky má také vysoký obsah vlákniny, zkrmuje se především přežvýkavci. Šlechtěním je možné docílit obsahu 28-30 % proteinů v semeni, což by spolu s olejem znamenalo 72-74% obsahu semene. Takový šrot při kvalitě 00 (bez kyseliny erukové a s nízkým obsahem glukosinolátů) je možné přidávat do krmných směsí skotu, prasat a drůbeže (Cramer 1990).

Řepková krmiva jsou velmi významná v chovu dojnic. Třináctý et al. (2016) uvedli, že krmiva na bázi řepky jsou ve srovnání se sójou lepším zdrojem methioninu, což přispívá k optimálnějšímu aminokyselinovému složení pro tvorbu mléčného proteinu. Uvedené lepší mléčné aminokyselinové skóre u řepky zajišťuje efektivnější využití přijatých dusíkatých látek.

Pokud srovnáme vliv sójových a řepkových šrotů na užitkovost dojnic, zjistíme, že řepkový šrot lépe pokrývá potřebu esenciálních aminokyselin. Řepková krmiva také obsahují méně energie, což má za následek navyšování dalšího příjmu sušiny (Huhtanen et al. 2011).

Pozitivní vliv má zkrmování řepky a jejích produktů na skladbu mastných kyselin snesených vajec. Několik studií potvrdilo, že při zařazení řepkového semene do krmné směsi pro nosnice došlo k navýšení obsahu olejové, linolové a linolenové kyseliny, a naopak k poklesu obsahu kyseliny palmitové a palmitoolejové (Brettschneider et al. 1997).

#### **3.1.4.4 Bionafta**

Název bionafta pochází ze skutečnosti, že toto palivo je vyrobeno z biologických zdrojů. Předpokládá se také jeho výhradní použití v dieselových motorech. Bionafta je palivo z obnovitelného zdroje, konkrétně z rostlinného nebo živočišného tuku (Lee & Shah 2013).

Hlavní složky bionafty jsou metylestery mastných kyselin (FAME) nebo metylestery řepkového oleje (MEŘO). Dle normy ČSN EN 14 214 by mezi FAME a MEŘO neměl být žádný rozdíl, ale liší se tím, z jakých surovin jsou vyráběna. MEŘO je vyráběno pouze z řepných olejů a svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi se nejvíce podobá motorové naftě. FAME se vyrábí z více druhů olejů i řepkového a lze kombinovat živočišné i rostlinné tuky. Některé z těchto olejů nejsou pro výrobu biosložky vhodné, a proto se více využívá MEŘO (Huk et al. 2014).

Se vznikem směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2003/30/ES o zavedení povinného přimíchávání biosložek do pohonných hmot došlo ke zvýšení zájmu po řepkovém semeni. K tomuto zvýšení poptávky došlo i v České republice, proto se osevni plochy řepky

olejné začaly postupně zvyšovat. Pro výrobu metylesteru řepkového oleje se ročně v České republice zpracuje přibližně 400 tisíc tun řepkového semene. Růst poptávky se příznivě podílí na zvyšování ceny řepkového semene nejen na českém, ale i zahraničním trhu (Liška 2018).

Extrakce oleje z řepkových semen může být provedena mechanicky, chemicky nebo kombinací těchto dvou metod. Zbytky po vylisování mohou být použity několika způsoby, například jako organické hnojivo nebo krmivo pro hospodářská zvířata. Zpracování řepkového oleje na bionaftu vyžaduje proces transesterifikace, což spočívá v reakci triglyceridů s alkoholem za vzniku esterů jak glycerolu, tak mastných kyselin. Většinou se používá methanol nebo ethanol, přičemž se tvoří methyl respektive ethylester. Výhodami transesterifikace jsou vysoké cetanové číslo a nižší viskozita paliva, což vede k nižšímu opotřebení motoru (Peterson & Hustrulid 1998).

Biopaliva vyrobená z řepky jsou vhodná k použití v chladnějších podmínkách. Výzkumy z univerzity v Idaho ukázaly, že bionafta z řepkového oleje měla bod zákalu (Teplota, při které se z nafty začínají vylučovat krystalky parafinických uhlovodíků.)  $0^{\circ}\text{C}$  a bod tuhnutí  $-15^{\circ}\text{C}$  (Peterson et al. 1997).

### 3.1.5 Agrotechnika řepky

Množství a kvalita sklizených semen řepky závisí na několika faktorech. Patří mezi ně především odrůda, povětrnostní podmínky nebo agrotechnika (Jarecki 2019).

Řepku lze úspěšně pěstovat od nížin až do nadmořských výšek kolem 700 m. S růstem výměry se řepka rozšířila do všech výrobních oblastí ČR. Hlavní pěstitelská výměra řepky olejné je v ČR soustředěna v bramborářských a řepářských oblastech (Bečka et al. 2007).

Pokud je pH půdy nižší než 5, může to znamenat problémy pro pěstování řepky. Škodlivě mohou působit hliník a mangan, které jsou při tomto pH velmi dobře éprístupné. Hliník ničí kořenové špičky řepky, zatímco při jeho nadbytku mají rostliny mělký zakrnělý kořenový systém, který pak není schopen využít hloubku ornice. Plodina nevyužívá dodané živiny a výnos semen je drasticky snížen (Hocking et al. 1999).

Řepka je jedna z mála polních plodin, jejíž pěstování je dlouhodobě ekonomicky výhodné. Úspěch pěstování řepky závisí částečně na založení porostu. Ve střední Evropě je sklizeň obilovin většinou sotva dokončena, a již je třeba myslet na zakládání porostu řepky ozimé, která z velké části zajišťuje výsledný výnos. Je proto třeba jednat rychle, aby se využila zbytková vlhkost půdy (Šařec 2003).

Porosty řepky ozimé se zakládají v průběhu měsíce srpna s mírnými krajovými a ročníkovými odlišnostmi. Porost nesmí být přehuštěný, jelikož pak dochází k vnitřní konkurenci mezi rostlinami a následnému prodlužovacímu růstu v průběhu podzimu, který s sebou nese riziko vyzimování. Optimální hloubka výsevu semen se uvádí 1–2 cm. Při hlubším

setí nastává problém se vzcházivostí, a naopak při mělkém výsevu může docházet k absenci potřebné půdní vláhy (Schäfer & Stemann 2009).

Vyjadřování výsevků řepky v  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  již přestává vyhovovat potřebám doby. Zejména díky pěstování hybridních odrůd se i v této oblasti objevil pojem výsevní jednotky, donedávna vyhrazený zejména cukrové řepě a slunečnici. Teoreticky je výsevní jednotka počet semen vhodný k osetí jednoho hektaru, praxe je však o poznání pestřejší. Existují totiž různé výsevní jednotky. U hybridních odrůd řepky se počet semen v jednotce ustálil na počtu 500 000 klíčivých semen, některé tradiční odrůdy však mají 600, jiné 700 či 800 tisíc semen ve výsevní jednotce (Baranyk 2002).

Orba k řepce ozimé by neměla přesáhnout 22 cm a doba mezi orbou a setím by měla být v rozmezí 2-3 týdnů. U minimalizačních technologií zpracování půdy k řepce olejné je vynecháno hlubší zpracování půdy orbou a půda je zpracována podmítači do hloubky 8-12 cm. Řepku sejeme do hloubky 1,5-2 cm. Optimální počet rostlin by měl být 40 až 60 ks, pro intenzivní technologii, zvláště pro hybridy, 30-40 ks rostlin na  $\text{m}^2$ . Nejobvyklejší meziřádková vzdálenost činí v současné době 12,5 cm a 25 cm. Při správně provedené předset'ové přípravě řepku po výsevu nevláčíme ani neválíme. Jedině za sucha je válení účinné, neboť umožní rovnoměrné vzejití (Vašák et al. 2000).

Hlubší zpracování půdy je pro řepku žádoucí. Proto i tam, kde se používá bezorebná technologie, začíná být mělké zpracování půdy nahrazováno hlubším kypřením do hloubky 15–25 cm. Tím se docílí provzdušnění profilu, rychlejší infiltrace srážek a rozvoj kořenového systému (Baranyk et al. 2010).

Minimalizace zpracování půdy možná pomáhá zvyšovat udržitelnost systému pěstování řepky z hlediska ekonomiky, náročnosti na čas, energie a emisí skleníkových plynů. Zvyšuje však výrazně potřebu používání herbicidů (Lande 2011).

Schneider et al. (2018) zjistili, že pro správné klíčení a růst kořenů řepky je potřeba dostatečné provzdušnění půdy (s dostatečným množstvím pórů vyplněných vzduchem). Toto je možné docílit vysokou aktivitou žižal v půdě nebo intenzivním zpracováním půdy orbou. Problémem ale může pak být zejména velký odstup mezi orbou a setím, zejména pak setí do suchého set'ového lůžka v suchých ročnících, to je pak příčinou pomalého vývoje kořenů i rostlin v raných růstových fázích.

Dobrou službu při vzcházení rostlin mohou udělat růstové stimulanty, které podporují růst a zlepšují zdravotní stav rostlin. Pokud řepka vzchází za sucha, vyplatí se používat látky poutající vodu (Honsová et al. 2017).

Přestože při zakládání porostů v srpnu bývají v posledních letech extrémně vysoké teploty a sucho, technologie se příliš nemění. Podíl orby se v posledních letech pohybuje kolem 37 % a podíl ostatních bezorebných technologií je tedy 63 %. U bezorebných technologií je dlouhodobě nejvhodnější radličkové nářadí, kombinace radliček a disků není pro řepku tak vhodná, což se projevuje i na poklesu výnosu (Liška 2018).

Pro efektivní a účinnou regulaci zaplevelení v řepce lze volit buď aplikaci preemergentních herbicidů, časně postemergentně aplikovaných herbicidů nebo kombinaci obou postupů. Samostatnými kapitoly jsou pak postemergentní aplikace herbicidů v pokročilejších fázích růstu a vývoje, především je tímto myšleno ošetření porostu ozimé řepky v jarním období. Tento případ je však spíše výjimečný (Vaculík 2018).

Použití regulátorů růstu v podzimním období je agrotechnický zásah, který podstatně snižuje riziko vyzimování a zároveň výrazně zvyšuje výnosovou jistotu. Z pohledu optimálního účinku regulátorů na růst kořenů je často podceňována doba jejich použití. Největší nárůst kořenové hmoty v podzimním období probíhá v době do zapojení porostu. Jedním z důsledků regulace je také tvorba většího množství listů, které ale mají kratší řapíky a menší listové čepele. Tím se nesnižuje listová plocha potřebná pro asimilaci, ale oddaluje se zapojení porostu a prodlužuje se doba intenzivního nárůstu kořenové hmoty (Šaroun 2012).

V období od zasetí do objevení 2-4 pravých listů jsou vzcházející rostliny řepky vážně ohroženy především žírem plžů. Ve stejném období poškozují řepku drobní dřepčící rodu *Phyllotreta*. Mladé rostliny mohou vážně poškodit žírem i housenky druhé generace osenice. Během celé zimy jsou porosty řepky silně poškozovány hrabošem polním. Nejvýznamnějším škůdcem časně jarního období je krytonosec řepkový. Žírem jejich larev se deformují a zkrucují stonky. Obvykle o něco později, při teplotách 12-14 °C, nalétává do porostů krytonosec čtyřzubý. Samičky kladou vajíčka do řapíků listů. Vylíhlé larvy poškozují řapíky, později i stonek. Od počátku tvorby pupat škodí v porostech dospělci blýskáčka řepkového. Nejvýznamnějším škůdcem v období tvorby šešulí je bejlmorka kapustová (Kazda et al. 2010).

Bílá hniloba řepky je hospodářsky nejvýznamnější chorobou řepky, jejíž nekontrolovaný výskyt může způsobit značné škody na výnosu. Výskyt této choroby podmiňuje vlhké, deštivé počasí v průběhu kvetení řepky. Z tohoto důvodu se vyšší, hospodářsky významné výskyty neobjevují každoročně, ale jsou ročníkovou záležitostí. Ideální ochranou je tak kombinace likvidace sklerocií v půdě a preventivní aplikace fungicidu v době kvetení řepky v případě větších srážek a vlhčího prostředí v porostech během tohoto kritického období. Další významnou chorobou je fomové černání stonku. Dříve se tato choroba vyskytovala prakticky od začátku vegetace a nezdálo se, že by bylo možné nalézt první příznaky již na děložních listech. V posledních ročnících, které jsou výrazně teplejší a srážkově ne tak bohaté, nacházíme první příznaky infekce většinou až později na podzim, nejčastěji koncem října či začátkem listopadu. Její škodlivost rovněž výrazně snižují fungicidní zásahy, které jsou během vegetace v porostech řepky aplikovány (Fiala 2020).

## 3.2 Hnojení řepky

### 3.2.1 Hnojení řepky dusíkem

Požadavky na dusík jsou přibližně dvojnásobné oproti obilninám. Po sklizni řepky jsou v půdě vyšší zásoby dusíku, které mohou být přínosem pro následující obilninu (Farman et al. 1989).

Výnos řepky olejky se v posledních dekádách rapidně zvýšil. Tyto nárůsty jsou způsobovány nově vyšlechtěnými odrůdami, zvýšenou intenzitou pěstování, zvýšeným množstvím dodaných živin v hnojivech (zejména dusíku). Řepka je charakteristická nízkou efektivitou využití dusíku, což vede často k jeho ztrátám. Proto je třeba věnovat při hnojení pozornost zejména podmínkám prostředí a ztrátám N předcházet (Zanetti, 2011).

Tvorba výnosu semen i jeho kvality je mimo jiné ovlivněna také výživou. Významnou roli zde sehrává výživa dusíkem. V případě deficitu dusíku dochází k omezení tvorby nadzemní biomasy a ke změně poměru mezi kořeny a nadzemní hmotou ve prospěch kořenů (Gutschick & Kay 1995).

Rozdíly ve výnosech řepky ozimé jsou způsobeny dostupností dusíku během růstu. Dostupnost dusíku má hlavní roli při vytváření a udržování fotosynteticky aktivních listů. Během růstu mladých listů zvyšuje externí nabídka dusíku jak index listové plochy (LAI), tak rychlost růstu plodiny (CGR), což má za následek zvýšení počtu založených šesulí na rostlinu (Allen & Morgan 1972).

Řepka ozimá patří mezi nejnáročnější plodiny na výživu dusíkem. Biologický odběr dusíku při čtyřtunovém výnosu činí 280 kg N/ha, z čehož cca 130 kg N/ha odvezeme z pole prostřednictvím semen (Vašák et al. 2000).

O náročnosti řepky na živiny se zmiňují i Colton & Sykes (1992). Řepka má vyšší požadavky na dusík, fosfor i síru než obilniny a další plodiny. Pokud nedojde k dodání adekvátního množství živin, řepka nebude dosahovat vysokých výnosů. Řepka vyžaduje průměrně 40 až 50 kg dusíku (zhruba o 30 % více než pšenice), 8 kg fosforu a 10 kg síry na 1 tunu semen.

Dle Amanullah et al. (2010) je dusík nejvíce limitujícím prvkem při růstu a tvorbě výnosu semen řepky. Při přehnojení dusíkem ale dochází ke snižování obsahu oleje v semenech a zvyšování obsahu bílkovin. Aby bylo co nejvíce z dodaného dusíku využito, je třeba dávky rozdělit do více aplikací. Důležitým aspektem na cestě k vysokému výnosu není tedy jen celková dávka dusíku, ale také správné načasování samotného hnojení.

Tak jako u většiny plodin, i u řepky nejvíce N odebírají rostliny v období intenzivního růstu a vyžadují v dostatečném předstihu dostatek této živiny v půdě. Proto se také největší část potřebného N v minerálních hnojivech aplikuje již na počátku růstu po přezimování, tedy v předjaří a na jaře. Je pochopitelné, že není možné aplikovat celkovou potřebu rostlin

jednorázově, zvláště ne před setím a na podzim. Proto je hnojení rozčleněno do základního hnojení (do doby setí) a přihnojení v několika dílčích dávkách (Vaněk et al. 2016).

Pokud řepku pěstujeme intenzivně je nezbytné do pěstitelské technologie zařadit hnojení dusíkem v pozdním podzimu (tj. polovina až konec října). V té době již nehrozí riziko bujného růstu listů vlivem nižších teplot. Tento dusík využijí především kořeny, které potřebujeme nejvíce podpořit (Bečka et al. 2013).

Počátkem prodlužovacího růstu rostou nároky řepky na živiny a výrazně se zvyšuje příjem dusíku. Během této růstové fáze (cca 1 měsíc) odebírá řepka až 200 kg N/ha. Vysoká dávka dusíku v tomto termínu podporuje nasazení pupat (60-100 kg N/ha). Hnojení dusíkem počátkem kvetení omezuje opad pupat a květů, nesmí však dojít k přehnojení (doporučená dávka 10-30 kg N/ha), které by mohlo vést k nevyrovnanému dozrávání a ke snížení obsahu oleje v semenech. Ve fázi plného květu se pokládá za neekonomičtější dělená dávka dusíku 40+40 kg LAV/ha, protože do sklizně zbývá přibližně 60 dní a v té době se negativně projeví nedostatek dusíku u porostů, kde celková dávka činila méně než 120 kg N/ha (Kuchtová & Mikšík, 2003).

O použití dusíkatých hnojiv v pozdějších růstových fázích řepky píše i Černý et al. (2019). Autoři uvádí, že vhodně aplikovaná kapalná hnojiva jako například DAM, ale také vodné roztoky ledku vápenatého (CaN roztoky), případně roztok močoviny, působí příznivě. Dávka dusíku v aplikovaných roztocích však již bývá poměrně nízká a je pouze vhodným doplněním k předchozí výživě přes půdu.

Bečka et al. (2018) uvedli, že v období květu řepky velmi dobře reagují na jakékoliv přihnojení listovými hnojivy, stačí i roztok močoviny (10 kg močoviny na 200 l postřikové jichy).

Chwil (2016) uvádí, že zařazení foliárního hnojení do technologie pěstování řepky má příznivý efekt. Aplikace listových hnojiv na řepku ozimou v období kvetení zvyšuje prokazatelně počet vytvořených šesulí.

Při použití nadměrného množství dusíkatých hnojiv v období růstu řepky hrozí snížení obsahu oleje v semenech. Nevyvážené hnojení dusíkem může mít vliv i na poměr mastných kyselin a obsah glukosinolátů. Avšak většina nových odrůd řepky je méně ovlivnitelná hnojením (Süzer 2010).

Behrens (2002) uvedl, že forma dodaného dusíku nemá vliv na obsah oleje v semenech. Vliv je pozorovatelný pouze u poměru mastných kyselin. Při hnojení amonnou formou se snižuje obsah linolové kyseliny v semenech v porovnání s variantami hnojenými ledkem, zatímco obsah kyseliny erukové se zvyšuje. Na obsah glukosinolátů nemá forma dusíkatého hnojiva vliv.

Pokud má řepka dusíku nadbytek, znamená to zvýšené riziko chorob a zhoršené přezimování. Vede to také k nevyrovnanému kvetení a dozrávání. Přehnojování dusíkem má za následek zvýšený obsah bílkovin a snížený obsah oleje v semenech (Farahbakhsh et al. 2006).

O rozdělení dávek dusíku (viz Tabulka 1) při hnojení řepky napsali Bečka et al. (2007):

Tabulka 1- Systém hnojení ozimé řepky dusíkem pro výnosy nad 4 t/ha semen (Bečka et al. 2007)

Termín hnojení	Kritéria (počet rostlin by měl být 30–50/m <sup>2</sup> )	Dávka N
Základní hnojení před setím - konec srpna	Kde výsevek je < než 4 kg či jsou-li předplodinou dvě obilniny, při zaorávce slámy nebo na mělkých a chudých půdách biologicky málo činných.	cca 30 kg/ha
Podzimní korekční (hnojení konec září až počátek října)	Pokud nebylo hnojeno před setím a pokud obsah N v sušině nadzemní biomasy je nižší než 4 % či pokud předcházelo extrémně suché počasí (omezené uvolňování z půdní zásoby a příjem N).	30–40 kg/ha
Kořínková výživa (březen) - při pozdním jaru (po 25.3.) úměrně zvýšit dávku srdéčkovou	Období regenerace bílých kořínků - při teplotě půdy +2 °C.	40–90 kg /ha
Srdéčková výživa (období počátku regenerace listové hmoty) - březen	Teplota > 5 °C, za 2 týdny po předchozím hnojení - při ARR by obsah N v nadzemní biomase měl činit 4,8 %, obsah N <sub>min</sub> ve vrstvě do 30 cm by měl být alespoň 15 mg/kg - pokud nebyla provedena kořínková výživa, použije se dávka uvedená v závorce.	40–60 kg/ha (100–110 kg)
Listová výživa - polovina dubna	Nejpozději v období prodlužování až prvých zelených poupat - obsah N v nadzemní biomase by měl činit 4,9 %.	40–60 kg/ha
Dolaďovací (korekční) hnojení- konec dubna, počátek května	Fáze žlutého poupěte - předcházelo-li dlouhé období sucha během jara - obsah N v nadzemní biomase cca 4,6 %.	20–30 kg/ha
Pozn. ARR – anorganický rozbor rostlin		

Při výpočtu potřeby živin pro ozimou řepku však musíme také přihlížet k dalším specifickým vlastnostem této plodiny. U ozimé řepky zcela neplatí pravidlo, že pokud vynásobíme hodnotu odběrového normativu předpokládaným výnosem, vypočítáme potřebu živiny pro dosažení tohoto výnosu. Řepka v průběhu svého růstu vytváří velké množství nadzemní biomasy, a tak skutečná potřeba některých živin je vyšší, než je počítáno podle obsahu živin ve sklizených produktech a jejich výnosu v době zralosti (Černý et al. 2015).

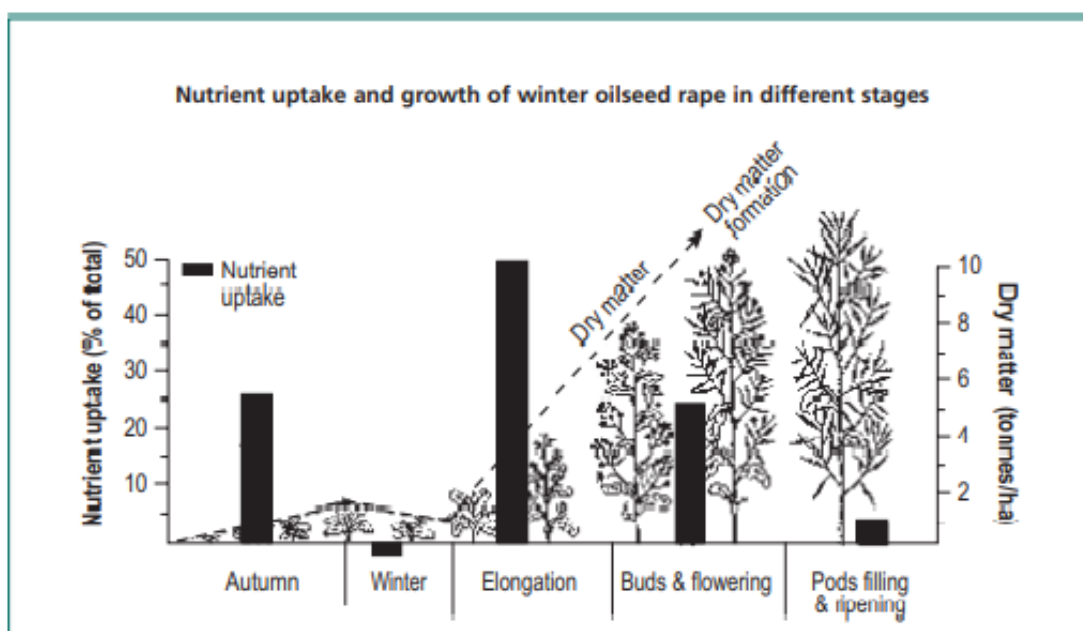
Většina (odhadem 50-60 %) pěstitelů ozimé řepky v ČR a nejméně pětina výměry slovenské řepky dává na základě našich výzkumů asi 40-50 kg/ha N na přelomu října a listopadu. Hnojení má v případě teplých zim účinek na výnos semen i nad 10 %. Ale i v relativně tvrdých zimách – jsou stále výjimečnější – přidá k úrodě semen cca 3-4 %. Práh ekonomické návratnosti je při dnešních sklizních a cenách asi 2 % (Vašák et al. 2018).

Úspěšné přezimování porostů řepky závisí na termínu setí a dodávce N. Na podzim časně setí a dostatek dodaného dusíku urychlují vývoj a prodlužují stonek, což má za následek větší náchylnost k poškození mrazem. Rostliny menšího vzrůstu s 6 listy, přisedlé k povrchu půdy zajišťují nejvyšší jistotu přežití zimy. Bylo zjištěno, že porosty přihnojené 40 kg N na podzim jsou více poškozovány mrazem, než porosty na podzim nepřihnojené (Rathke et al. 2006).

Sokólski (2018) uvedl, že na základě výsledků jeho pokusů s listovou výživou řepky dusíkem na jaře lze říct, že aplikace listových hnojiv vedla ke zvýšení výnosu semen (průměrně o 0,22 t/ha). Toto navýšení výnosu bylo způsobeno zvýšením počtu šesulí, počtu semen v nich a rovněž zvýšením hmotnosti tisíce semen.

Mezi rozhodovací kritéria určující potřebu hnojení bychom měli zařadit především bilanci dusíku po sklizni předplodiny, výsledky obsahu minerálního dusíku v půdě, v případě přihnojování po vzejití také stav porostu. Rozbor půdních vzorků je v zemědělské praxi nejlepším nástrojem k ověření obsahu přijatelných forem dusíku (stanovení obsahu minerálního dusíku v půdě –  $N_{min}$ ). Hnojení dusíkem před výsevem je opodstatněné, pokud je obsah  $N_{min}$  nižší než 10 mg/kg (Černý et al. 2020).

Roy et al. (2006) uvádí, že zhruba 25 % z celkově odebraného dusíku přijme řepka ozimá během podzimního období. Další 50 % připadá na období prodlužovacího růstu během jara. Zbytek živin je přijímán během kvetení a období tvorby šesulí (viz Obrázek 1).



Obrázek 1: Odběr živin ozimou řepkou v jednotlivých fázích vegetace (Roy et al. 2006).

### 3.2.2 Hnojení ostatními makroživinami

Ozimá řepka je olejnina vysoce náročná na makro i mikroživiny, které je nezbytné doplňovat v rámci harmonické organo-minerální výživy. Mezi makrobiogenními prvky (živinami) nachází své uplatnění již řadu let i síra (Lošák 2003).

Kromě dusíku má řepka olejka vysoké nároky i na další makroelementy. Mezi ně patří fosfor, který má důležitou energetickou a stavební funkci od začátku vzházení až po sklizeň, podporuje rozvoj kořenové soustavy, která je nepostradatelná pro příjem nejen fosforu, ale i jiných živin z půdy. Fosfor je potřebný zejména v období rychlého růstu a na začátku kvetení.



Hnojení fosforem probíhá před setím s následným zapravením hnojiva do půdy (Šoltysová & Danilovič 2018).

Přestože se uvádí průměrná potřeba draslíku u ozimé řepky kolem 55–60 kg/t semene, tj. přes 200 kg K/ha, vlastní hnojení draslíkem (dávku) nelze zobecňovat a každý pěstitel musí zohlednit konkrétní půdní podmínky. Je prokázáno, že výnos ozimé řepky je ovlivněn schopností půdy uvolňovat draslík, zejména v průběhu intenzivního růstu řepky. V tomto období přijímá nejvíce draslíku a jeho malý obsah v půdě může být limitující pro utváření výnosu. Při malém obsahu draslíku v půdě je odčerpán přístupný (mobilní) draslík do kvetení a v pozdějším období rostliny již nemají dostatečné zásobené draslíkem. Bylo zjištěno, že dostatečná výživa draslíkem po kvetení zpomaluje stárnutí listů a jejich opad, což zvyšuje (znovu)využití živin (Černý et al. 2018).

Ozimá řepka je naší nejnáročnější plodina na síru a hnojení sírou by mělo být samozřejmou součástí pěstební technologie. K zajištění dobrého výnosu potřebuje během vegetace odebrat kolem 80 kg S na ha. Optimální koncentrace síry u ozimé řepky na podzim by měla být 0,4 %. V tomto období je odběr síry řepkou velmi malý. Nejvíce síry potřebuje řepka na jaře od počátku dlouhivého růstu až do počátku kvetení (Bečka et al 2007).

De Pascale et al. (2008) napsali, že řepka olejka je obzvláště citlivá na nedostatek síry, který způsobuje pokles kvality i kvantity úrody až o 40 %. Správná výživa sírou také zvyšuje obsah oleje v semenech.

Pokud má porost po zimě nedostatek síry, je třeba ji aplikovat na počátku dlouhivého růstu, aby mohly rostliny plně využít síru pro tvorbu bílkovin a glukosinolátů, které mají přímou souvislost s obranným mechanismem proti chorobám a škůdcům (Dundálková 2015).

V místních klimatických podmínkách, při významné převaze srážek nad výparem nastupuje trvalý proces vyluhování a okyselování půd, jehož následkem je jejich ochuzení o zásadité ionty (vápníku  $\text{Ca}^{2+}$ , draslíku  $\text{K}^+$  a hořčíku  $\text{Mg}^{2+}$ ), patřící k hlavním prvkům ovlivňujícím výnos řepky (Gaj, 2010).

V období květu vrcholí příjem většiny živin a po odkvětu v období tvorby šešulí je přijímána jejich menší část. Výjimkou je však právě vápník a síra. Po odkvětu je těchto živin přijato ještě kolem 40% celkové potřeby (Kučera et al. 2017).

Ozimá řepka je plodina velice náročná na vápník. Průměrná potřeba vápníku je okolo 40 kg/t semen, což při výnosu 4 t semen na hektar představuje odběr ve výši 160 kg Ca/ha. Oproti okopaninám (brambory, cukrová řepa) je řepka 2-3 krát náročnější na vápník a ve srovnání s obilninami (např. pšenice, ječmen) až pětkrát. Příjem vápníku rostlinami je ovlivňován nejen jeho obsahem v půdě, resp. v půdním roztoku, ale také významně dalšími faktory, jako je teplota, vlhkost půdy, velikost kořenů, zejména kořenového vlášení. Vápník je přijímán kořeny (kořenovými špičkami) pasivně, jako dvoumocný kationt ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (Černý et al. 2018).

Na rozdíl od dusíku je vápník v rostlinách obtížně opakovaně využitelný reutilizací, a proto je důležitá jeho pravidelná dodávka do rostoucích pletiv po celou dobu vegetace. Hromadí se ve starších buňkách za vzniku špatně rozpustných vápenatých solí, které vyrovnávají acidobazickou rovnováhu v buňkách. Z tohoto důvodu může být množství využitelného vápníku v rostlinách nízké i přes vysoký obsah zjištěný prostřednictvím anorganického rozboru rostlin. Nedostatek vápníku pak může mít za následek nejen na první pohled viditelné lámání stonku se snížením pevnosti a stability buněčných stěn včetně snížené odolnosti vůči patogenům ale i okem „neviditelné“ změny velikosti pórů v buněčných stěnách (Košál & Kučera 2014).

Cestou, jak zvýšit výnosy řepky jsou hnojiva Lovo CaN (7 % N) a Loco CaN T (13 % N) s aplikací v době plného květu. Vedle dusíku je ceněný vápník (13 % CaO). Vápník ovlivňuje aktivitu enzymů, zpevňuje buněčnou stěnu, stabilizuje pletiva a má detoxikační účinky. Nejlépe vychází Lovo CaN T do květu v dávce 200 l/ha. Listová hnojiva přináší 3-10 % navýšení výnosu semen. Výborné výsledky mají v případě poškození kořenového systému, na chudších a méně úrodných půdách (Bečka et al. 2018).

Protože část našich orných půd je charakteristická malou zásobou přijatelného hořčíku, je výhodné u ozimé řepky používat také mimokořenovou výživu hořčíkem. Jedná se pouze o náhradní a dočasné řešení. Nejjednodušší způsoby jsou kombinace hořké soli ( $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ ) s močovinou nebo DAM (Vaněk et al. 2007).

### 3.2.3 Hnojení mikroprvky

Mikroprvky jsou nezbytnou součástí výživy řepky. Nadbytek či nedostatek mikroprvků (například bóru, mědi, manganu nebo molybdenu) může redukovat výnos stejně jako nedostatek dusíku. Foliární aplikace některých těchto prvků má vliv na obsah oleje v semenech řepky. Aplikace musí probíhat v období, kdy je listová plocha velká, aby mohly být dobře asimilovány (Hocking et al. 1999).

Lääniste et al. (2004) na základě svých pokusů uvedli, že hnojení mikroprvky mělo pozitivní efekt na obsah oleje u všech hnojených variant. Největší vliv mělo hnojení manganem a molybdenem. Tyto prvky zvyšovaly olejnatost o více než 1 %.

Bór má velký význam při tvorbě generativních orgánů, hraje důležitou roli při formaci pylu, ovlivňuje jeho sterilitu a je tedy důležitý pro tvorbu květů a semen. Při středně silném až silném deficitu rostliny neutváří funkční květy a mohou přestat produkovat semena. Z uvedených důvodů je vhodné bórem hnojit v období dlouhivého růstu až do fáze kvetení (Škarpa et al. 2016).

V případě objevení symptomů nedostatku bóru ihned po setí řepky se jeho aplikace provede už v říjnu. K tomuto účelu jsou vhodná kapalná hnojiva. Listovou výživu mikroelementy a v rámci nich i bóru se doporučuje vykonat společně s produkčním hnojením dusíkem ve fázi intenzivního růstu řepky, t.j. v období prodlužování stonků. Když se z jakýchkoliv důvodů přihnojení v tomto termínu nerealizovalo, může se provést ve fázi poupát.

Použití boritých hnojiv je vhodné spojit s aplikací N hnojiv a pesticidů (Kováčik & Galliková 2012).

Bór je potřeba aplikovat jednou až dvakrát na jaře. Celková dávka by měla činit 0,15 až 0,45 kg B/ha. Hnojiv s obsahem bóru na trhu je řada, např. Borosan, velmi dobré výsledky máme i s Borosan Humine, Bór 150, Bortrac, Carbonbor, Folit B, ProBoron a řada dalších (Bečka et al. 2018).

Viditelný projev nedostatku manganu u řepky ozimé není příliš častý. Vyskytnout se může zejména na půdách s alkalickou reakcí. Řešením je foliární aplikace manganu ve formě síranu manganatého v dávce 9 kg/ha s minimálně 250 l vody (Archer 1985).

### 3.3 Dusík v rostlině

Dusík je nezbytným prvkem pro všechny organismy včetně rostlin. Ačkoliv obsah dusíku v atmosféře je velmi vysoký (udává se 78 %), tak koncentrace v půdě je výrazně nižší (většinou do 0,2 %). Dostupnost dusíku je tedy často limitujícím faktorem pro růst rostlin na přírodních stanovištích i zemědělské půdě (Ohyama & Sueyoshi 2010).

Schopnost rostliny přijímat dusík z půdy závisí na podmínkách prostředí a druhu rostliny. Odhaduje se ale, že pouze 30-50 % dusíku dodaného do půdy je využito rostlinou (Hodge et al. 2000).

Dusík má ve výživě rostlin velmi významné postavení. Je součástí bílkovin a nukleových kyselin. Z kvantitativního zastoupení je na čtvrtém místě mezi biogenními prvky za uhlíkem. V optimální dávce vede k dostatečnému olistění a velikosti šesulí, působí na intenzitu fotosyntézy, a tím pozitivně ovlivňuje tvorbu výnosových prvků (počet větví, nasazení květů, počet šesulí, HTS). Nedostatek dusíku, zvláště spojený s deficiencí některých makroprvků (P, K, Mg, Ca, S), omezuje růst větví, vede k opadu květních pupenů i květů a redukuje počet šesulí na větvi (Richter et al. 2001).

Rostliny přijímají dusík především ve formě iontů, a to kationtu amonného ( $\text{NH}_4^+$ ), nebo aniontu nitrátového ( $\text{NO}_3^-$ ), a do určité míry i některé organické sloučeniny, např. močovinu nebo aminokyseliny. O příjmu obou iontů rozhodují vnější podmínky prostředí, ale i sama rostlina. Výrazně jejich příjem ovlivňuje pH půdy. Při kyselém pH převažuje příjem  $\text{NO}_3^-$  a v neutrálním až alkalickém pH se příjem obou iontů vyrovnává, nebo je vyšší příjem  $\text{NH}_4^+$ . Také teplota a aerace půdy zasahuje do příjmu těchto iontů – při nižší teplotě a vyšší aeraci se snižuje příjem i využití  $\text{NO}_3^-$  (Pavlíková et al. 2007).

Nitrátový dusík ( $\text{NO}_3^-$ ) tvoří převážnou většinu dusíku přijatého rostlinami. Molekulová hmotnost nitrátového iontu se blíží hmotnosti molekuly močoviny, což dává předpoklad dobré přijatelnosti listovými pletivy i přes negativní elektrický náboj. Energetickým zdrojem pro jeho zpracování je sluneční světlo a intenzita slunečního záření ovlivňuje intenzitu asimilace (Košál & Kučera 2014).

Rostliny přijatý minerální dusík postupně využívají ke tvorbě organických dusíkatých sloučenin. Zatímco  $\text{NH}_4^+$  mohou rostliny bezprostředně využít k syntéze aminokyselin, nitrátový dusík musí být nejprve převeden (redukován) na amonný dusík. Schematicky ho můžeme znázornit:  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{OH}^-$ . Redukce dusičnanů probíhá v rostlinných pletivech, hlavně listech za pomoci enzymů, nejprve nitrátoreduktázy na nitrit, který je dále redukován přes hyponitrit a hydroxylamin až na amoniak. Vznikající  $\text{NH}_3$  je vázán na organické kyseliny za vzniku aminokyselin (Vaněk et al. 2016).

Redukce nitrátů probíhá jak v kořenech, tak v nadzemních částech rostlin. Je však prostorově oddělena na redukci samotných nitrátů, jenž probíhá v cytoplasmě a následnou redukci nitritů, která probíhá v chloroplastech (Maslaux-Daubresse et al. 2010).

V průběhu vegetace jsou hlavní zásobárnou dusíku v rostlině listy. Později, během dozrávání, je tento dusík z listů opětovně využíván v semenech. Zde je zabudováván do aminokyselin. Až 95 % bílkovin v semenech je tvořeno reutilizovaným dusíkem z aminokyselin v listech (Xu et al. 2012).

Všeobecně platí, že vyšší dávka dusíku a jeho přítomnost v semenech způsobuje hromadění bílkovin a zároveň snižuje obsah oleje. Takže mezi obsahem bílkovin a oleje v semenech je antagonistický vztah (Hassan et al. 2007).

### 3.4 Mimokořenový příjem živin

Mechanismus vstupu živin do rostliny listy, ve srovnání s příjmem kořeny se hlavně liší v tom, že povrch listů – epidermis – je pokryt voskovým povlakem (kutikulou), který značně omezuje možnost difúze živiny z povrchu listů do mezibuněčných (volných) prostorů listů a absorpci povrchovými buňkami listů. Impregnace povrchu listů kutikulou je hlavním faktorem, který ovlivňuje možnost příjmu živiny rostlinou. Na příjmu živiny listy se tedy značně podílejí průduchy listů, kterými může vnější roztok z povrchu listů difundovat do mezibuněčných prostorů listů. Živina, která se stane součástí roztoku volného prostoru listu, je mobilní na principu difúze ve volných prostorech listů, včetně xylémových vodivých cest celé rostliny. Po aktivní sorpci živiny buňkou, tj. překročením plazmalemy, je mobilita živiny umožňována symplazmatickou cestou, která je vytvořena vzájemným propojením plazmalemy jednotlivých buněk a dále vodivými cestami floému. O možné využitelnosti přijatých živin listy v metabolismu celé rostliny rozhoduje jejich mobilita ve vodivých cestách floému. Obecně lze říci, že živiny nemobilní floémem (např. Ca, B) jsou daleko méně využitelné pro potřeby celé rostliny (Vašák et al. 2000).

Jedním z předpokladů pro efektivní využití dusíku v mimokořenové výživě je rychlost jeho příjmu, metabolické zpracování a následná translokace na místo spotřeby – do rostoucích orgánů nebo do vyvíjejících se zrn. Na buněčné úrovni je mechanismus příjmu jednotlivých forem N shodný pro všechny části rostlin. Obě minerální formy, nitráty i amonné ionty, jsou přijímány aktivně, to je proti koncentračnímu spádu a za spotřeby metabolické energie. Hlavní

bariérou pro vstup jednotlivých forem N do pletiv listů je kutikula, která pokrývá vnější povrch pokožky a vyvíjí se po celou dobu životnosti listů. K průniku aplikovaných živin kutikulou slouží obrovské množství pórů ( $1010/\text{cm}^2$ ) s velikostí okolo 1nm. Mnohem menší význam pro příjem živin mají průduchy, protože i jejich vnitřní buněčné stěny jsou pokryty kutikulou. Z mnoha publikovaných prací vyplývá, že do nitra listu nejlépe vstupují malé nepolární sloučeniny, po nich následují kationty a anionty (Trčková et al. 2006).

Omezená část aplikovaných živin může vstupovat do listů průduchy, které mají rozměr zpravidla v řádu desítek mikrometrů. Podle literatury je však tato cesta příjmu zanedbatelná. Živiny přes list se přijímají především póry v kutikule. Jejich průměr je přibližně 1 nm, tzn., že prostupovat skrz ně mohou pouze částice, které nepřekročí tento rozměr (viz Tabulka 2). Pro ostatní částice je tato cesta neprostupná. Předpoklad pro přímý vstup do rostliny mají pouze plně rozpuštěné živiny.

Toto je podpořeno, pokud jsou listy opětovně ovlhčovány (mlha, rosa apod.), ale podmínkou je dostatečná rozpustnost formy živin obsažené v hnojivu. Dalším významným faktorem

Tabulka 2: Velikost hydratovaných iontů (Mráz 2018)

Živina	Velikost hydratovaného iontu (nm)
Močovina	0,44
$\text{Mg}^{2+}$	0,45
$\text{Ca}^{2+}$	0,99
$\text{Mn}^{2+}$	0,75

je, že řada prvků se v rostlině nepresouvá ze starších částí do mladších vůbec nebo velmi omezeně. Týká se to především Ca, Mn, Zn, Cu, Fe a B. Pokud jsou tyto živiny aplikovány jako listová výživa na rostlinu, nové přírůstky je již nemohou využít. Pokud není aplikovaná forma schopna vstoupit rychle do rostlin, stává se v podstatě neúčinnou pro výživu přes list (Mráz 2018).

Jednou z výhod listové aplikace hnojiv je možnost kombinace s ostatními přípravky na ochranu rostlin, případně s různými stimulatory růstu a bioaktivatory, které zajišťují zvýšení efektivnosti foliární výživy a pomáhají rostlinám překonávat období stresu. Jedná se především o látky inhibující biosyntézu giberelinů, které způsobují redukci prodlužovacího růstu (Štípek et al. 2006).

Při mimokořenové výživě je poměrně dobře přijímán dusík ve formě močoviny a dále  $\text{Mg}^{2+}$  a  $\text{Zn}^{2+}$ , kdy za příznivých podmínek může být velká část těchto živin přijata do 24 hodin po aplikaci. Příjem  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  a  $\text{Ca}^{2+}$  trvá několik dní, neboť je pozvolnější. Po delší období jsou přijímány povrchem listů  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  a anionty  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{MoO}_4^{2-}$ , jejichž resorpce se může pohybovat v řádu 7 až 10 dnů (Vaněk et al. 2016).

Výhodou aplikace „na list“ je možnost přesného a rovnoměrného dávkování se zárukou příjmu určeného množství dusíku v obdobích, kdy tento prvek není v dostatečném množství přítomen v půdním roztoku nebo není přijatelný z důvodu sucha, proplavení, nebo vyššího pH půdy. Podobné problémy mohou nastat i u příjmu vápníku, který se může stát pro rostliny

nepřístupným z důvodu např. přemokření půdy nebo zvýšeného obsahu draslíku nebo hořčíku (Košál & Kučera 2014).

Při hnojení vápníkem na list jsou nejvhodnější vodorozpustná hnojiva, jako je chlorid vápenatý obsahující nejméně 15 % Ca nebo ledek vápenatý s obsahem 20 % Ca. Koncentrace roztoků u daných hnojiv by neměla překročit 1–2 % (Baier 1982).

V poslední době zaujalo zemědělskou praxi hnojivo Lovo CaN – kapalně vícesložkové hnojivo obsahující dusík a vápník v rychle působící formě. Není bez zajímavosti, že toto hnojivo nachází uplatnění nejen jako „klasické“ hnojivo, ale hojně je využíváno i jako „listové“ hnojivo. Zejména díky jeho schopnosti velice rychle řešit aktuální problémy výživy porostů dusíkem a vápníkem. Výhodou hnojiva Lovo CaN je jeho nízká fytotoxicita, kdy při aplikaci doporučeného množství 50-200 l/ha nedochází k poškození listové plochy ošetřených plodin (Košál & Kučera 2014).

V raných fázích růstu by mohla foliární aplikace zvýšit zásoby P a K v době, kdy kořenový systém není ještě plně vyvinutý. Příjem živin u mladých listů je intenzivnější než u starších, proto lze mimokořenovou výživu užívat i v raných fázích vývoje (Wittwer & Teubner, 1959).

Mimokořenovou výživou nelze zcela nahradit výživu kořenovou, poněvadž množství přijatých živin rostlinou (zvláště makrobiogenních prvků) je malé. U rostlin odkázaných pouze na tento druh výživy dochází k zaostávání ve vývoji a silně se omezuje tvorba generativních orgánů. Předností mimokořenové výživy je, že jsou vyloučeny interakce mezi ionty, které při aplikaci živin do půdy by mohly výrazně ovlivnit jejich přijatelnost, a tím i účinnost dodaných živin. Aplikaci živin je možné také spojit (zvláště u hnojiv dusíkatých) s ošetřením porostu herbicidy, pesticidy a morforegulátory, což umožňuje snižovat náklady s ošetřením porostu a současně snižují pojezdovou dobu na poli (Richter & Hřivna 1999).

Vyšší efektivnosti listové výživy je dosahováno u plodin s většími listy, neboť se na nich zachytí více aplikovaného roztoku a jsou lepší předpoklady průniku kutikulou a příjmu do vnitřního prostoru buněk (Urban & Pulkrábek 2018).

Listová hnojiva jsou standardní součástí pěstitelské technologie. Přináší cca 3–10 % navýšení výnosu semen. Výborné výsledky mají listové aplikace v případě poškození či nefunkčnosti (mrazové škody, zamokření, komplex chorob apod.) kořenového systému. Velmi dobrých výsledků je dosaženo na méně úrodných půdách. Čím jsou půdy úrodnější, tím zpravidla klesá účinnost listových aplikací s výjimkou živin, které jsou pro řepku deficitní (Bečka et al. 2018).

Nejvíce limitují účinnost mimokořenové aplikace hnojiv povětrnostní podmínky, hlavně srážky. Aplikované hnojivo může být snadno smyto srážkami z povrchu rostlin. Proto by v nejbližších dnech po aplikaci (nejméně 3 dny) nemělo pršet. U živin, které jsou přijímány pozvolna, však ještě déle. Důležité jsou však informace i o srážkách před aplikací, protože vlivem měnících se vlhkostních poměrů na povrchu listů dochází k porušení kutikuly. To

usnadňuje sice příjem živin, ale na druhé straně se musí zvažovat větší možnost poškození rostlin. Aby se předešlo případnému poškození rostlin, je vhodné za takových podmínek používat nižší koncentrace aplikovaných roztoků. Příznivě naopak působí tvorba rosy, kdy nejsou předpoklady k zasychání, případně je zaschlé hnojivo opětovně ovlhčeno a převedeno do roztoku. Z tohoto hlediska je také významný i vliv denní doby. Nejpříznivější podmínky pro setrvání roztoku na povrchu rostlin nastávají večer, kdy se zvyšuje relativní vlhkost vzduchu a lze očekávat tvorbu rosy (Vaněk et al. 2007).

Yang et al. (2009) uvádějí, že aplikace tuhých minerálních hnojiv na půdu by se měla řídit podle obsahu živin v půdě. Zatímco listové hnojení je založeno na reakci na viditelné symptomy nedostatku živin u rostlin. Ještě přesnější metodou je určení výživového stavu rostlin pomocí nedestruktivních přístrojů.

Škarpa et al. (2015) uvedli, že příjem živin listy významně ovlivňuje jejich stáří. Obecně platí, že mladé, částečně vyvinuté listy jsou více propustné v porovnání s listy staršími, plně rozvinutými. Rovněž poškození listů vlivem působení vnějších podmínek může mít výrazný vliv na permeabilitu listů. Avšak také aplikace některých organických látek, které mají menší poloměr molekuly než 1 nm, zvyšují intenzitu příjmu aplikované živiny (např. glukóza 0,44 nm, rafinóza 0,61 nm aj.)

O rychlosti příjmu jednotlivých živin listy při foliární aplikaci (viz Tabulka 3) napsali i Trčková & Jandová (2003):

*Tabulka 3: Rychlost příjmu jednotlivých živin listy rostlin (Trčková & Jandová 2003)*

<b>Živina</b>	<b>Doba při 50 % absorpci</b>
Dusík (N z močoviny)	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -2 hod.
Hořčík (Mg)	2-5 hod.
Bór (B)	5 hod.
Draslík (K)	10-24 hod.
Vápník (Ca)	1-2 dny
Mangan (Mn), Zinek (Zn)	1-2 dny
Fosfor (P)	1-5 dnů
Síra (S)	5-8 dnů
Železo (Fe), Molybden (Mo)	10-12 dnů

O potřebě listové výživy se rozhodujeme na základě chemické analýzy listů a též na základě vizuálních příznaků deficitů živin. Vizuální symptomy nedostatku vznikají až při dlouhodobějším deficitu, zatímco chemickými analýzami můžeme zjistit už začínající nedostatek (Varga 2011).

## 4 Metodika

### 4.1 Popis stanoviště

Červený Újezd spadá do oblasti mírně teplé, mírně suché, převážně s mírnou zimou. Stanice se nachází v nadmořské výšce 398 m. Nachází se na 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky. Průměrná doba slunečního svitu (údaje stanice Praha-Karlov 1926-1950) je 1902 hodin. Za vegetační období 1396 hodin. Klimatické podmínky podmiňují vznik hnědozemí, hnědozemí illimerizovaných, vyluhování vrchních půdních horizontů a posun koloidních částic do spodiny. Zájmové území je součástí Bělohorské plošiny mírně zvlněné. Terén pokusných ploch je jednoduchý, převážně s jižní expozicí, průměrná nadmořská výška je 405 m n.m. (nejvyšší bod 420 m n.m. je vrchol mírného svahu na jižním okraji území). Na území jsou hluboké kvarterní pokryvy, rovinný terén podmiňuje dobrý zásak srážkových vod, substráty mají dobrou vododržnost i dobrou vnitřní drenáž. Zájmové území je geologicky tvořeno opukami křídového stáří, překrytými sprašemi a sprašovými pokryvy pleistocenními. Opuky jsou vápnité, se štěrkovým rozpadem. Spraše a nevápnité sprašové pokryvy jsou převažujícím půdním druhem (Cihlář 2017).

### 4.2 Popis pokusu

Pokus byl realizován v ročníku 2017/18 na 30 pokusných parcelkách o rozměru 11,875 m<sup>2</sup>. Jednalo se o 10 variant o 3 opakováních. V ročnicích 2018/19 a 2019/20 pokus proběhl na 40 parcelkách o rozměru 11,875 m<sup>2</sup>, což odpovídalo 10 variantám o 4 opakováních. Zkoumá se vliv aplikace hnojiv Lovo CaN, Lovo CaN T a roztoku močoviny na výnosotvorné prvky, výnos a kvalitu semen řepky ozimé v porovnání s nehnojenou variantou. Zároveň je předmětem pozorování, zda je výhodnější aplikace těchto hnojiv v období květu řepky či v období, kdy má řepka již zelené šešule. Navíc je ještě použito hnojivo SK sol, ale pouze v termínu zelených šešulí.

Pokus byl v prvních dvou letech založen na odrůdě Marathon. To je polopozdní hybrid s velmi vysokým výnosovým potenciálem, nižšího vzrůstu (cca 138 až 142 cm) s velmi vysokou odolností k poléhání a vysokou plasticitou. Marathon zaručuje výnosovou stabilitu, vyznačuje se nadprůměrnou olejnatostí a bezproblémovým přezimováním. Regenerační schopnost této odrůdy je rovněž vysoká, a to zejména díky hlubokému a silnému kořenovému systému. Zdravotní stav je velmi dobrý, vysokou odolnost vykazuje proti plísni šedé. Tento hybrid je vhodný do všech výrobních oblastí, hlavně však pro hlubší půdy (Rapool 2019). V třetím ročníku byla použita odrůda LG Architect. Tento středně raný hybrid se vyznačuje velmi vysokým výnosem semen, nadprůměrnou vitalitou rostlin při vzcházení a vysokou odolností proti viru žloutenky vodnice, verticiliovému vadnutí a pukání šešulí (LG 2020).



### 4.3 Varianty

Pokus měl 10 variant (viz Tabulka 4). V ročníku 2017/18 měly všechny tyto varianty 3 opakování. V ročnících 2018/19 a 2019/20 měly všechny varianty 4 opakování (viz Obrázek 2). Varianta 1 představuje listovými hnojivy neošetřenou kontrolu.

Na varianty 2-5 bylo hnojení aplikováno v období květu řepky. Číslo 2 je varianta ošetřená hnojivem Lovo CaN v dávce 400 l/ha. Varianta 3 byla hnojena Lovo CaNem T v dávce 200 l/ha. Varianta 4 byla v ročníku 2017/2018 ošetřena stejným množstvím Lovo CaNu T jako varianta 3, do tankmixu byl však přidán fungicid Amistar v dávce 1 l/ha. V ročnících 2018/19 a 2019/20 se jednalo pouze o 50 l/ha Lovo CaNu T spolu s 1 l Amistaru Xtra a 150 l vody (z důvodu srážení). Varianta 5 představovala parcelky hnojené roztokem močoviny o dávce 10 kg/200 l/ha.

Varianty 6-10 byly hnojeny listovými hnojivy až v období, kdy měla řepka zelené šesule. Varianta 6 byla hnojena Lovo CaNem v dávce 400 l/ha. Varianta 7 byla hnojena Lovo CaNem T o dávce 200 l/ha. Na variantu 8 byl naaplikován roztok močoviny v dávce 10 kg/ 200 l vody/ha. Na variantu 9 byl použit tankmix s 200 l Lovo CaNu T a 0,6 l růstového stimulantu Atonik. Varianta 10 představovala aplikaci přípravku SK sol 3 l/ha.

Tabulka 4: Varianty pokusu

Varianta	Hnojivo - dávka	Termín aplikace
1	žádné - kontrola	-
2	Lovo CaN – 400 l/ha	v květu
3	Lovo CaN T – 200 l/ha	v květu
4	Lovo CaN T – 200 l/ha + Amistar Xtra 1 l/ha (2017/18) / Lovo CaN T – 50 l/ha + Amistar Xtra 1 l/ha + 150 l vody (18/19; 19/20)	v květu
5	roztok močoviny – 10 kg/200 l vody	v květu
6	Lovo CaN – 400 l/ha	zelené šesule
7	Lovo CaN T – 200 l/ha	zelené šesule
8	roztok močoviny – 10 kg/200 l vody	zelené šesule
9	Lovo CaN T – 200 l/ha + Atonik 0,6 l/ha	zelené šesule
10	SK sol 3 l/ha	zelené šesule

10	10	6	6	7	7	8	8	9	9
5	5	1	1	2	2	3	3	4	4
6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5

Obrázek 2: Plánek pokusu (4 opakování)

## 4.4 Popis použitých přípravků

### 4.4.1 Hnojiva

#### 4.4.1.1 Lovo CaN

Lovo CaN je kapalné hnojivo obsahující dusík (7 % N; 94 g/l) a vápník (13 % CaO; 174 g/l) v rychle působící formě. Objemová hmotnost je 1,34 kg/l. Hnojivo se uplatňuje při předset'ovém hnojení a k přihnojení obilnin dusíkem, především na kyselejších půdách a v chladnějších podmínkách, zejména při regeneračním hnojení ozimého ječmene a při produkčním hnojení ozimého a jarního ječmene. Je též vhodné k přihnojování trvalých travních porostů po seči. Specifické použití je k mimokořenové výživě zahradních plodin. U jabloní se osvědčil postřik proti hořké pihovitosti. Dobrý účinek hnojiva byl zaznamenán u paprik a rajčat proti vrcholové hnilobě plodů. Jemný zákal netvoří pevný sediment a není na závadu použití hnojiva (Lovochemie 2018).

#### 4.4.1.2 Lovo CaN T

Lovo CaN T je kapalné hnojivo medové barvy obsahující dusík (13 % N; 183,3 g/l) a vápník (13 % CaO; 183,3 g/l) v rychle působící vodorozpustné formě. Objemová hmotnost je 1,41 kg/l. Dusík je přítomen ve formě amonné, dusičnanové a močovinové. Hnojivo se uplatňuje při předsetevém hnojení a k přihnojení obilnin dusíkem, především na kyslejších půdách a v chladnějších podmínkách. Velmi dobře účinkuje při regeneračním hnojení obilnin, hlavně potravinářské pšenice, kde kromě výnosu zlepšuje i pekařské parametry, jako je obsah N – látek a objemovou hmotnost. Vhodné použití je též při aplikacích na podzim u pozdně setých porostů či nevyrovnaných porostů v důsledku nedostatku srážek a teplotního stresu. Je též vhodné k přihnojování trvalých travních porostů po seči. Specifické použití je k mimokořenové výživě zahradních plodin. U jabloní se osvědčil postřik proti hořké pihovitosti. Dobrý účinek hnojiva byl zaznamenán u paprik a rajčat proti vrcholové hnilobě plodů. Jemný zákal netvoří pevný sediment a není na závadu použití hnojiva (Lovochemie 2018).

#### 4.4.1.3 Močovina

Močovina je koncentrované dusíkaté hnojivo určené k základnímu hnojení před setím nebo výsadbou a k přihnojování během vegetace. Je to neutrální organická sloučenina (diamid kyseliny uhličitě –  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) s vysokým obsahem dusíku (více než 45 % N) ve formě anodické. Vyrábí se syntézou z amoniaku a oxidu uhličitého. Prilovaná močovina jsou bílé granulky, lehce rozpustné ve vodě. Močovina je povrchově upravená proti spékavosti. Pro základní hnojení se močovina aplikuje na povrch půdy a následně se do ní zapraví kultivací. Všude tam, kde není k dispozici DAM, je možné použít roztok močoviny k foliární výživě rostlin. Postřiky ve večerních hodinách jsou nejvhodnější, aplikace při vyšších teplotách během dne se nedoporučují – hrozí popálení rostlin (Agro CS 2019).

#### 4.4.1.4 SK sol

SK sol je čiré kapalné hnojivo světle žluté barvy obsahující draslík (26 %  $\text{K}_2\text{O}$ ) a síru (17 % S). Hnojivo se používá tam, kde je nedostatek draslíku a síry u rostlin. Vzhledem k tomu, že hnojivo obsahuje vysoké koncentrace draslíku a síry, je velmi vhodné pro plodiny náročné na tyto živiny. Důležité je to zvláště pro řepku, slunečnici, len, mák a dále pro rostliny, u kterých je důležitá vysoká hladina silic jako je hořčice, chmel apod. Síra v kombinaci s draslíkem je též důležitá pro krmnou a cukrovou řepu. Hnojivo má svoji nezastupitelnou úlohu v ovocnářství a zelenářství u plodin jako jsou cibule, česnek, pór a celkově veškeré kořenové zeleniny, v ovocnářství u vinné révy, jabloní apod. Vzhledem k formě, v jaké se síra nachází ve hnojivu, má hnojivo vedle výživné funkce i významnou roli fungistatickou, kdy se po listové aplikaci na povrchu listů uvolňuje síra v koloidní formě, která potlačuje šíření houbových chorob (Lovochemie 2018).

## 4.4.2 Ostatní přípravky

### 4.4.2.1 Amistar Xtra

Amistar Xtra je fungicid ve formě suspenzního koncentrátu sloužící k ochraně ječmene, pšenice, řepky olejky, máku, slunečnice, cukrové čepy, fazolu, hrachu a lupiny proti houbovým chorobám. Účinnými látkami přípravku jsou *azoxystrobin* 200 g/l a *cyprokonazol* 80 g/l (Agromanuál 2017). V současné době se přípravek prodává pod obchodním názvem Mirador Xtra.

### 4.4.2.2 Atonik

Atonik je rostlinný stimulant ve formě s vodou mísitelného kapalného koncentrátu určený ke zvýšení výnosu a kvality rostlinných produktů. Atonik ovlivňuje pohyb plasmu v buňkách rostlin, což se projevuje lepším zakořeňováním, lepším příjmem živin a intenzivnějším růstem. Aplikace před květem významně ovlivňuje klíčení pylových zrn, má pozitivní vliv na násadu plodů, semen a jejich lepší vyžrávání. Atonik výrazně pomáhá rostlinám překonávat stres (např. po negativním působení některých pesticidů, po poškození rostlin mrazem, krupobitím, přesazením apod.). Účinnými látkami jsou 4-nitrofenolát sodný, 2-nitrofenolát sodný a 5-nitroguajakolát sodný (Eagri 2018).

## 4.5 Technologie pěstování

### 4.5.1 Vegetační rok 2017/18

#### *Podzim*

Počet opakování 3, rozměr sklizňové parcelky 1,25 x 9,5 m

- 1. 8. 2017..... sklizeň předplodiny (ozimá pšenice) – sláma rozdrvena
- 21. 8. 2017..... seťová orba (22 cm)
- 22. 8. 2017..... předseťová příprava půdy (kompaktor)
- 22. 8. 2017..... výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen na m<sup>2</sup>
- 25. 8. 2017..... herbicid Circuit (2,5 l/ha)
- 28. 8. 2017..... moluskocid Vanish Slug Pellets
- 28. 8. 2017..... rodenticid Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)
- 5. 9. 2017..... graminicid Targa 10EC (0,5 l/ha) + insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)

#### *Jaro*

- 19. 2. 2018..... 1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v DASA
- 15. 3. 2018..... 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v LAD
- 23. 3. 2018..... 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD
- 17. 4. 2018..... insekticid Proteus (0,7 l/ha)
- 20. 4. 2018..... 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD
- 2. 5. 2018..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv do květu**
- 18. 5. 2018..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv na zelené šesule**

13. 7. 2018..... sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)

#### 4.5.2 Vegetační rok 2018/19

##### *Podzim*

Počet opakování 4, rozměr sklizňové parcelky 1,25 x 9,5 m

26. 7. 2018..... sklizeň předplodiny (hrách setý) – sláma rozdrvena

1. 8. 2018..... podmítka (10 cm)

20. 8. 2018..... seťová orba (22 cm)

20. 8. 2018..... předseťová příprava půdy (kompaktor)

20. 8. 2018..... výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen na m<sup>2</sup>

23. 8. 2018..... herbicid Quantum (2,0 l/ha) + Command 36 CS (0,2 l/ha)

27. 8. 2018..... rodenticid Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby)

11. 9. 2018..... insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)

18. 9. 2018..... insekticid Karate Zeon (0,1 l/ha)

##### *Jaro*

23. 2. 2019..... regenerační hnojení – DASA (40 kg N /ha)

15. 3. 2019..... produkční hnojení I. - LAD (50 kg N /ha)

29. 3. 2019..... produkční hnojení II. - LAD (60 kg N /ha)

29. 3. 2019..... insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)

12. 4. 2019..... kvalitativní hnojení - LAD (30 kg N /ha)

25. 4. 2019..... insekticid Proteus (0,6 l/ha)

**7. 5. 2019..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv do květu**

**13. 6. 2019..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv na zelené šesule**

27. 7. 2019..... sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)

#### 4.5.3 Vegetační rok 2019/20

##### *Podzim*

29. 7. 2019..... sklizeň předplodiny (ozimá pšenice) – sláma rozdrvena

2. 8. 2019..... podmítka (10 cm)

25. 8. 2019..... seťová orba (22 cm)

26. 8. 2019..... předseťová příprava půdy (kompaktor)

26. 8. 2019..... výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 50 kl. semen na m<sup>2</sup>

28. 8. 2019..... herbicid Butisan Complete (2,5 l/ha)

6. 9. 2019..... rodenticid Stutox lokálně do děr (opakováno dle potřeby až do dubna)

##### *Jaro*

22. 2. 2020..... regenerační hnojení 1a – DASA (40 kg N /ha)

16. 3. 2020..... regenerační hnojení 1b – LAD (50 kg N /ha)

30. 3. 2020..... produkční hnojení - LAD (60 kg N /ha)

8. 4. 2020..... insekticid Nurelle D (0,6 l/ha)

20. 4. 2020..... kvalitativní hnojení - LAD (30 kg N /ha)  
**6. 5. 2020..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv do květu**  
7. 5. 2020..... insekticid Proteus (0,6 l/ha)  
**27. 5. 2020..... aplikace LovoCanu a dalších hnojiv na zelené šesule**  
27. 7. 2020..... sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger)

#### 4.6 Měření a bonitace pokusů

V porostu probíhalo měření ve všech ročnících v červnu. V sezóně 2017/18 proběhlo měření 18. června, v sezóně 2018/19 proběhlo 27. června (viz. Fotografie 1) a v roce 2020 15. června (viz. Fotografie 2). Termíny závisely na délce kvetení řepky, což mělo hlavní vliv na termín druhé aplikace hnojiv. Následně byl ponechán dostatečný odstup, aby se mohl projevit účinek hnojení. U všech opakování byly sledované tyto znaky: výška rostlin, počet produktivních větví, počet šesulí na terminálu a délka šesulí. U každého opakování byly změřeny zmiňované znaky deseti náhodně vybraných rostlin. Výška rostlin byla změřena měrnou tyčí. Počet produktivních větví představuje počet větví, na kterých se nacházela alespoň jedna šesule, na rostlině. Délka šesulí byla změřena pomocí pravítka.

Po sklizni řepky, která v roce 2018 proběhla 13.7. a v roce 2019 i 2020 27.7., byl vyhodnocen výnos semen, hmotnost tisíce semen (HTS) a obsah oleje v semenech. Výnos semen byl přepočten na 8% vlhkost a olejnatost na podíl v sušině. Všechny výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica. Provedena byla analýza rozptylu (ANOVA) s následným Tukeyho HSD testem.



*Fotografie 1: Měření v porostu 27.6.2019*



*Fotografie 2: Stav porostu 15. 6. 2020*

## **4.7 Průběh počasí**

### **4.7.1 Počasí 2017/18**

Srpen 2017 lze charakterizovat jako silně teplý. Výsev řepky proběhl 22.8. V období 3. srpnové dekády pak spadlo přes 17 milimetrů srážek, což se pro vzcházení porostů jeví jako optimální. Celkově byl srpen 2017 srážkově normální. V září byla průměrná teplota 12,78 °C, a to představuje pro tento měsíc normální hodnotu. Za celý měsíc spadlo 66 mm srážek, což jsou pouze dvě třetiny normálu. Přes 60 % srážek navíc spadlo již v první dekádě měsíce. Vláhové podmínky pro počáteční vývoj porostu byly tedy ještě v první třetině září dobré. Říjen 2017 byl prakticky po celé jeho období teplotně nadprůměrný. Průměrná teplota 10,64 je o více než 2 °C nad dlouhodobým průměrem. Srážkově byl tento měsíc také nadprůměrný. Spadlo 61,6 mm, což představuje 228 % normálu. Listopad lze charakterizovat jako teplý. Průměrná teplota byla 4,4 °C. Během listopadu spadlo 29 mm srážek, to se téměř shoduje s normálem. Prosinec byl rovněž teplotně nadprůměrný. Teplota o 1,3 °C přesahovala normál. S 22 mm srážek byl prosinec 2017 měsícem srážkově normálním.

Leden 2018 byl s průměrnou teplotou 2,78 °C silně teplý. O 4,18 °C průměrná teplota přesáhla normál. S více než 27 mm srážek (125 % normálu) lze tento měsíc charakterizovat jako vlhký. V únoru byla průměrná teplota -3,8 °C, to znamená, že únor charakterizujeme jako

studený. Nejstudenější byla třetí dekáda února. V posledním období měsíce byla průměrná teplota pod -6 °C. Během února spadlo pouze 32 % srážkového normálu, proto lze toto období označit za suché. Březen 2018 byl s průměrnou teplotou 1,76 °C teplotně normální. Srážkově byl březen s 35,8 mm mírně nadprůměrný, avšak stále spadl do kategorie normální.

Duben 2018 byl z pohledu dlouhodobých průměrů mimořádně teplý. Průměrná teplota byla 13,56 °C, což o 5 °C přesahuje normál. Teploty v tomto měsíci již připomínaly léto. S pouhými 14 mm srážek (50 % normál) se jednalo o suchý měsíc. V květnu pokračovalo suché a teplé počasí. Za posledních 10 dní v dubnu a prvních 10 dní v květnu spadly pouze necelé 2 mm srážek, tato skutečnost měla výrazný vliv na přechod řepky do květu a délku kvetení. Celé období měsíce května lze charakterizovat jako silně teplé. Za květen napršelo pouze necelých 25 mm, což odpovídá 35 % normálu. Jednalo se tak o druhý suchý měsíc po sobě. V červnu byly rovněž teploty nadprůměrné (18,33 °C – silně teplý). Objevilo se však po delší době větší množství srážek, a to zejména v první dekádě měsíce. Celkově se jednalo o měsíc srážkově normální (74,7 mm). Vyšší množství srážek zejména počátkem června mohlo pomoci ke zvyšování HTS řepky. Červenec byl rovněž silně teplý, a navíc i mimořádně suchý, což napomohlo k brzkému termínu sklizně. Průměrné teploty a úhrny srážek jsou uvedeny v Tabulkách 5 a 6.

*Tabulka 5: Průměrná denní teplota vzduchu 2017/18*

Měsíc	2017/18	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	19,46	17,9	1,56	silně teplý
Zaří	12,78	13,5	-0,72	normální
Říjen	10,64	8,5	2,14	silně teplý
Listopad	4,44	3,1	1,34	teplý
Prosinec	1,31	-0,3	1,61	teplý
Leden	2,78	-1,4	4,18	silně teplý
Únor	-3,81	-0,3	-3,51	studený
Březen	1,76	3,6	-1,84	normální
Duben	13,56	8,5	5,06	mimořádně teplý
Květen	16,72	13,5	3,22	silně teplý
Červen	18,33	16,2	2,13	silně teplý
Červenec	20,64	18,3	2,34	silně teplý



Tabulka 6: Měsíční úhrn srážek v mm 2017/18

Měsíc	2017/18	Normál	% z normálu	Charakteristika
Srpen	55,5	66	84%	normální
Zaří	25	38	66%	normální
Říjen	61,6	27	228%	silně vlhký
Listopad	29,1	30	97%	normální
Prosinec	22	28	79%	normální
Leden	27,6	22	125%	vlhký
Únor	6,3	20	32%	suchý
Březen	35,8	28	128%	normální
Duben	14	28	50%	suchý
Květen	24,4	70	35%	silně suchý
Červen	74,7	67	111%	normální
Červenec	12,1	78	16%	mimořádně suchý

#### 4.7.2 Počasí 2018/19

Srpen 2018 byl mimořádně teplým (průměrná teplota 21,76 °C) a silně suchým měsícem. Spadlo pouze 21,9 mm srážek (1/3 normálu). Tento stav značně komplikoval přípravu půdy. Po zasetí řepky (20.8.) napršelo přes 9 mm srážek, což alespoň částečně zlepšilo podmínky pro vzcházení. Zářít pokračovalo v trendu a bylo silně teplé (průměrná teplota 16,03 °C). Úhrn srážek 38,7 mm se téměř shodoval s normálem. Nejvíce vody napršelo během první dekády září, a to napomohlo k dobrému počátečnímu vývoji porostu. Říjen byl rovněž silně teplý. Průměrná teplota přesahovala 10,5 °C. Srážkově se jednalo o měsíc normální (90 % normálu). Listopad lze na základě průměrné teploty 4,26 °C označit za teplý. Spadlo pouze 12,7 mm, a to dělalo z listopadu období suché. Prosinec byl silně teplý, teplota o 2,88 °C přesahovala dlouhodobý průměr. Spadlo však o téměř 50 % srážek více, než je v tomto období obvyklé. Jednalo se tak o vlhký měsíc.

Leden byl s průměrnou teplotou -0,47 °C teplotně normální. Jako normální se leden 2019 dal označit i z hlediska srážek. Spadlo 24,8 mm, což odpovídá 113 % normálu. V únoru se průměrná teplota vyšplhala na 3,08 °C a jednalo se tedy o silně teplý měsíc. Srážkově se jednalo o normální měsíc (87 % normálu). I březen můžeme kvůli průměrné teplotě 10,22 °C charakterizovat jako silně teplý. S mírně nadprůměrným úhrnem (33,1 mm) spadl březen 2018 do kategorie srážkově normální.

Duben 2019 lze charakterizovat jako teplý (průměrná teplota 10,22 °C). Úhrn srážek byl v dubnu 22,1 mm (79 % normálu), což odpovídá kategorii normální. Téměř veškeré srážky se však vyskytly až v poslední dekádě dubna. Rovněž květen byl srážkově normální (opět 79 % normálu). Z hlediska teploty lze květen 2019 označit jako studený (průměrná teplota 11,31 °C). Díky dostatku vláhy a nižším teplotám byla doba kvetení řepky delší než v minulém roce. Červen byl s průměrnou teplotou 21,68 °C (o 5,48 °C nad normálem) měsícem mimořádně teplým. Srážkově se jednalo o suché období (41,4 mm odpovídá 62 % normálu). Červenec byl

silně teplý. Průměrná měsíční teplota přesahovala 20 °C. Celkový úhrn srážek za tento měsíc je 52,6 mm. To odpovídá 67 % normálu. Tento měsíc lze tedy charakterizovat jako srážkově normální. Průměrné teploty a úhrny srážek jsou uvedeny v Tabulkách 7 a 8.

Tabulka 7: Průměrná denní teplota vzduchu 2018/19

Měsíc	2018/19	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	21,76	17,9	3,86	mimořádně teplý
Zaří	16,03	13,5	2,53	silně teplý
Říjen	10,61	8,5	2,11	silně teplý
Listopad	4,26	3,1	1,16	teplý
Prosinec	2,58	-0,3	2,88	silně teplý
Leden	-0,47	-1,4	0,93	normální
Únor	3,08	-0,3	3,38	silně teplý
Březen	7,04	3,6	3,44	silně teplý
Duben	10,22	8,5	1,72	teplý
Květen	11,31	13,5	-2,19	studený
Červen	21,68	16,2	5,48	mimořádně teplý
Červenec	20,09	18,3	1,79	silně teplý

Tabulka 8: Měsíční úhrn srážek v mm 2018/19

Měsíc	2018/19	Normál	% z normálu	Charakteristika
Srpen	21,9	66	33%	silně suchý
Zaří	38,7	38	102%	normální
Říjen	24,2	27	90%	normální
Listopad	12,7	30	42%	suchý
Prosinec	41,8	28	149%	vlhký
Leden	24,8	22	113%	normální
Únor	17,4	20	87%	normální
Březen	33,1	28	118%	normální
Duben	22,1	28	79%	normální
Květen	55,3	70	79%	normální
Červen	41,4	67	62%	suchý
Červenec	52,6	78	67%	normální

#### 4.7.3 Počasí 2019/20

Srpen 2019 byl stejně jako v předchozích dvou letech teplotně nadprůměrný (průměrná teplota 20 °C). Na rozdíl od předchozích ročníků byl ale nad průměrem i co se týče srážek. Všechny 98 mm spadlo během prvních dvou dekád měsíce, takže v té poslední se vytvořilo okno pro ideální založení porostu, které proběhlo 26.8. Září bylo teplotně lehce nad normálem, ovšem stále se dalo hodnotit jako normální. S 57 mm se jednalo o vlhký měsíc. Takže řepka měla dostatek vlhkosti pro vzcházení a počáteční vývoj. Říjen byl s průměrnou teplotou 10,46 °C hodnocen jako teplý. 30 mm srážek představuje 112 % normálu, takže

srážkově se jednalo o normální měsíc. Průměrná teplota v listopadu byla o více než 2 °C nad normálem, takže se jednalo o silně teplé období. Srážkově se však s 115 % normálu jednalo o normální měsíc. Období prosince (průměrná teplota 2,43 °C) lze označit za silně teplé. S pouhými 13 mm srážek (48 % normálu) lze tento měsíc označit za suchý.

V lednu suché a teplé počasí pokračovalo. Průměrná teplota byla o 2,71 °C vyšší než dlouhodobý průměr a lednových 8 mm srážek představovalo dokonce jenom 36 % normálu. Únor byl s průměrem 4,51 °C dokonce mimořádně teplý. Výrazně se však zvýšilo množství srážek, jelikož spadlo 57 mm (285 % normálu) jednalo se o mimořádně vlhké období. Březen byl s teplotou 4,95 °C teplotně normální. I tento měsíc byl srážkově nadprůměrný (162 % normálu). Během jara přišlo několik holomrazů, které výrazně poškodily terminály rostlin.

Průměrná teplota v dubnu byla 10,24 °C, což je o 1,74 °C vyšší než normál. V období tohoto měsíce spadlo 12,6 mm srážek, a to představuje 45 % normálu. Duben 2020 lze tak charakterizovat jako suchý. Květen byl jediným měsícem ve sledovaném období, kde byla průměrná teplota pod normálem (o 1,36 °C), stále se ale jednalo teplotně normální květen. S 50 mm bylo toto období srážkově normální. Průměrná teplota v červnu byla 17,45 °C, lze ho tak označit za teplý. Srážkově byl červen normální (71,8 mm). Červenec byl s průměrnou teplotou 19,1 °C charakterizován jako normální. Během tohoto měsíce spadlo 29 mm srážek (37 % normálu), lze ho proto nazvat silně suchým. Průměrné teploty a úhrny srážek jsou uvedeny v Tabulkách 9 a 10.

*Tabulka 9: Průměrná denní teplota vzduchu 2019/20*

Měsíc	2019/20	Normál	Odchylka	Charakteristika
Srpen	20	17,9	2,1	silně teplý
Zaří	14,54	13,5	1,04	normální
Říjen	10,46	8,5	1,96	teplý
Listopad	5,19	3,1	2,09	silně teplý
Prosinec	2,43	-0,3	2,73	silně teplý
Leden	1,31	-1,4	2,71	teplý
Únor	4,51	-0,3	4,81	mimořádně teplý
Březen	4,95	3,6	1,35	normální
Duben	10,24	8,5	1,74	teplý
Květen	12,14	13,5	-1,36	normální
Červen	17,45	16,2	1,25	teplý
Červenec	19,1	18,3	0,8	normální

Tabulka 10: Měsíční úhrn srážek 2019/20

Měsíc	2019/20	Normál	% z normálu	Charakteristika
Srpen	97,5	66	148%	vlhký
Zaří	57,2	38	151%	vlhký
Říjen	30,3	27	112%	normální
Listopad	34,4	30	115%	normální
Prosinec	13,3	28	48%	suchý
Leden	8	22	36%	silně suchý
Únor	56,9	20	285%	mimořádně vlhký
Březen	45,4	28	162%	vlhký
Duben	12,6	28	45%	suchý
Květen	50,4	70	72%	normální
Červen	71,8	67	107%	normální
Červenec	29,2	78	37%	silně suchý

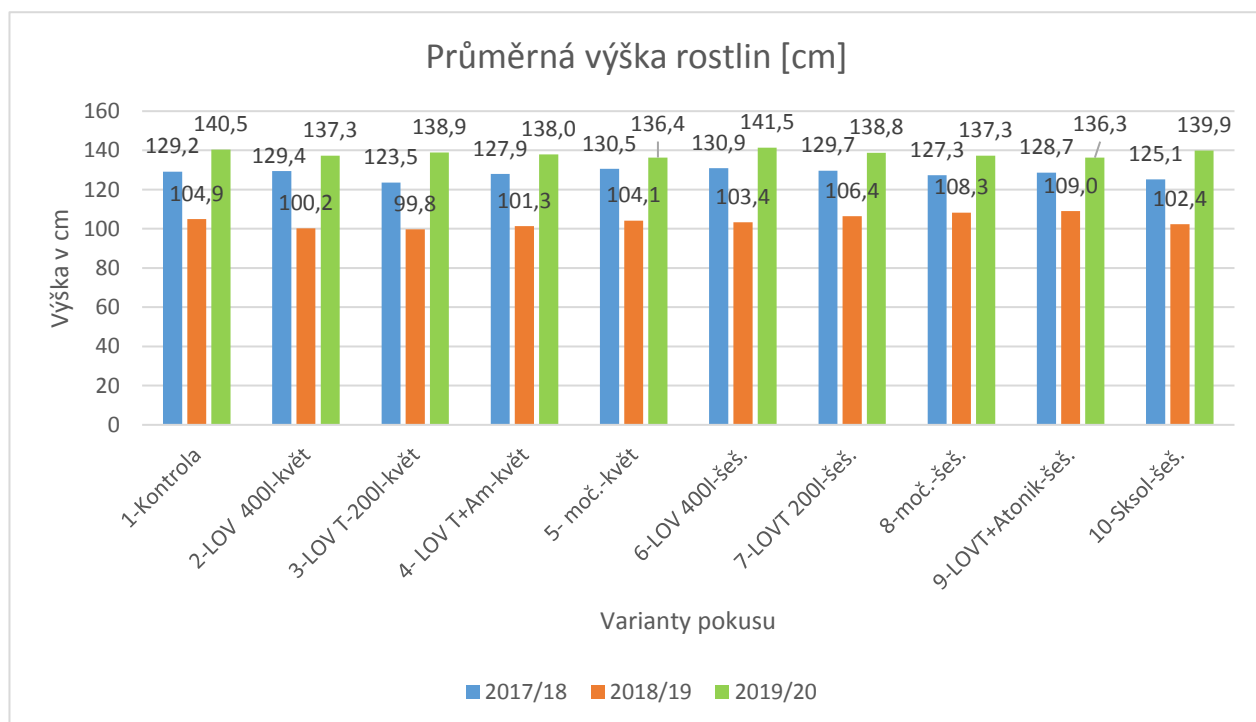
## 5 Výsledky

### 5.1 Výška rostlin

V sezoně 2017/18 byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota u variant s roztokem močoviny aplikovaným v květu (130,5 cm) a 400 l/ha Lovo CaNu na šesule (130,9 cm). Nejnižší porosty se nacházely ve variantě s Lovo CaNem T 200 l/ha v květu (123,5 cm) a SK solem na šesule (125,1 cm). Mezi variantami hnojenými v květu, ve fázi zelených šesulí ani kontrolními nebyl výrazný rozdíl v průměrné výšce rostlin.

Porosty v ročníku 2018/19 byly znatelně nižší. Průměr všech variant byl oproti předchozímu roku o více než 20 cm menší. Nejvyšší výšky porostu dosahovaly varianty Lovo CaN s Atonikem na šesule (109,0 cm) a roztok močoviny rovněž aplikovaný na šesule (108,3 cm). Variantou s nejnižší průměrnou výškou byla ta hnojená roztokem močoviny v květu (99,8 cm). Průměr variant hnojených v období zelených šesulí je o 4,6 cm vyšší než u variant hnojených v květu.

V roce 2020 byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota (141,5 cm) u varianty hnojené Lovo CaNem na šesule v dávce 400 l/ha a u nehnojené kontroly (140,5 cm). Nejnižší hodnota byla naměřena u varianty hnojené Lovo CaNem T s Atonikem na šesule (136,3 cm). Průměrná výška všech variant byla 138,5 cm, což je výrazně nejvyšší hodnota ze všech tří sledovaných ročníků. Varianty hnojené v období zelených šesulí byly průměrně o 1,1 cm vyšší než varianty hnojené v květu. Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 2.



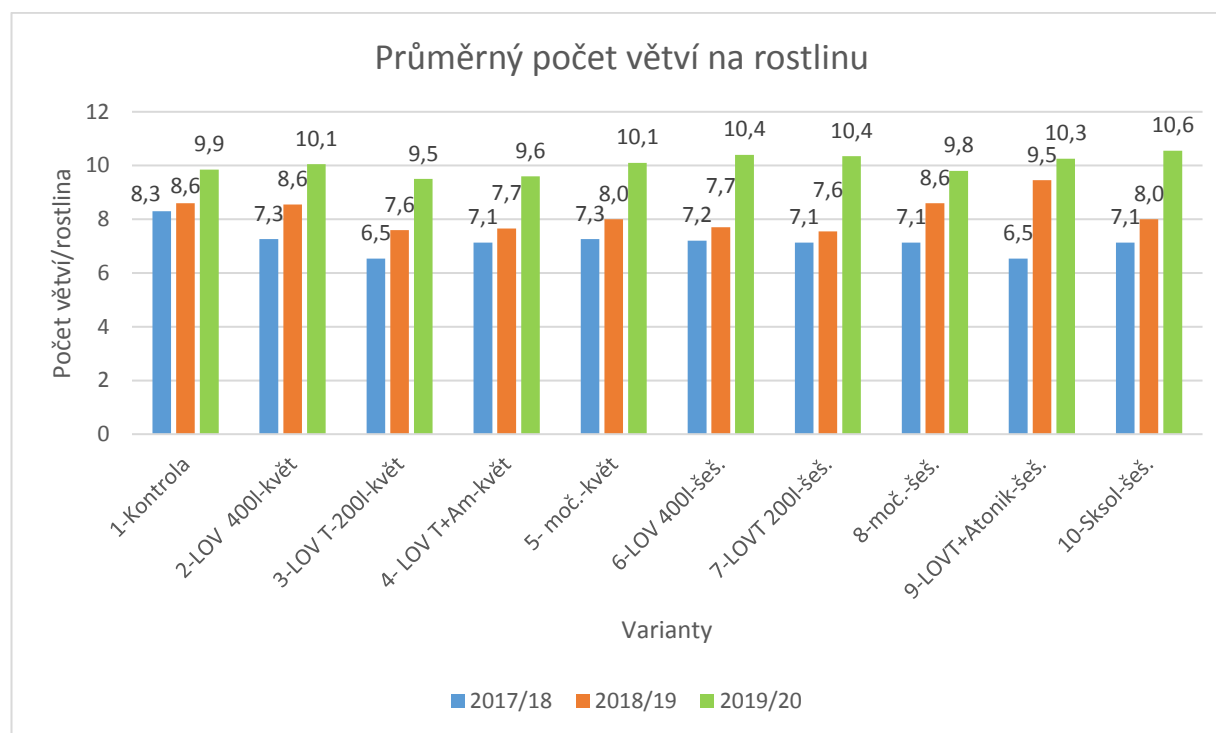
Graf 2: Průměrná výška rostlin

## 5.2 Počet větví

V roce 2018 bylo průměrně nejvíce větví s šesulemi (8,3 větví/rostlina) u varianty 1 (Kontrola). Nejnížší počty byly naměřeny u variant 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu) a 9 (Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik 0,6 l v zelených šesulích). Jednalo se shodně o hodnotu 6,5 větví/rostlina. Průměrný počet větví u všech variant na rostlinu v roce 2018 byl 7,2.

V roce 2019 byl průměr všech variant 8,2. Nejvyšší počet větví (9,5 větví/rostlina) byl zjištěn u varianty 9 (Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik 0,6 l/ha v zelených šesulích). Nejnížší hodnota (7,6 větví/rostlina) byla u variant 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu) a 7 (Lovo CaN T 200 l/ha v zelených šesulích).

Průměrná hodnota v roce 2020 byla 10 větví se šesulemi a rostlinu. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u varianty hnojené přípravkem SK sol na zelené šesule (10,6 větví/rostlina). Vysoká hodnota (10,4 větví/rostlina) byla také u variant hnojených 400 l/ha Lovo CaNu a 200 l/ha Lovo CaNu T na šesule. Nejnížší hodnota (9,5 větví/rostlina) byla naměřena u varianty 3 (Lovo CaN T v dávce 200 l/ha v květu). Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 3.



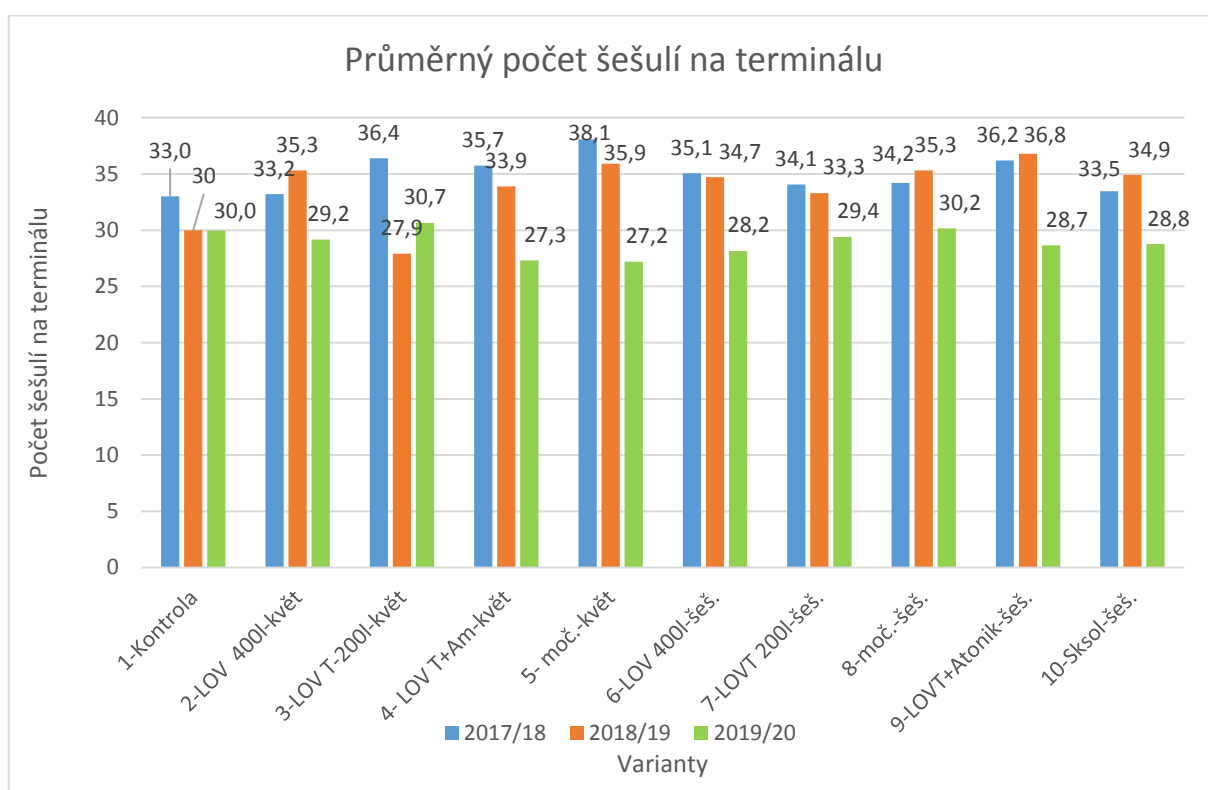
Graf 3: Průměrný počet větví na rostlinu

## 5.3 Počet šesulí na terminálu

Průměrný počet šesulí na terminálu v ročníku 2017/18 byl 34,9. Nejvyšší počet byl naměřen u varianty 5 (močovina 10 kg/200 l v květu) – 38,1. Nejnížší počet byl zjištěn u neošetřené kontroly (33,0). Počet šesulí na terminálu byl u variant hnojených v květu průměrně o více než 1 vyšší než u variant hnojených až ve fázi zelených šesulí.

V sezóně 2018/19 byl průměr počtů šesulí na terminálu 33,8. Nejvyšší počet byl 36,8, a to u varianty 9 (Lovo CaN T 200 l/ha s Atonikem v zelených šesulích). Nejnížší hodnota (27,9) byla naměřena u varianty 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu) a u neošetřené kontroly (30,0). V tomto roce byl průměrný počet u variant hnojených v květu téměř o 2 šesule nižší než u variant hnojených ve fázi zelených šesulí.

V roce 2020 byl průměrný počet šesulí na terminálu 28,9, což je výrazně menší počet než v předešlých dvou ročnicích. Důvodem byly pravděpodobně mrazy, které terminály rostlin poškodily. Nejvyšší průměrný počet šesulí (30,2) byl zjištěn u varianty hnojené roztokem močoviny na zelené šesule. Vysoký byl také u neošetřené kontroly (30). Nejnížší průměrná hodnota (27,2) byla pozorována u varianty 5 (močovina 10 kg/200 l v květu). Rozdíl mezi variantami hnojenými v květu a v zelených šesulích byl zanedbatelný. Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 4.



Graf 4: Počet šesulí na terminálu

## 5.4 Délka šesulí

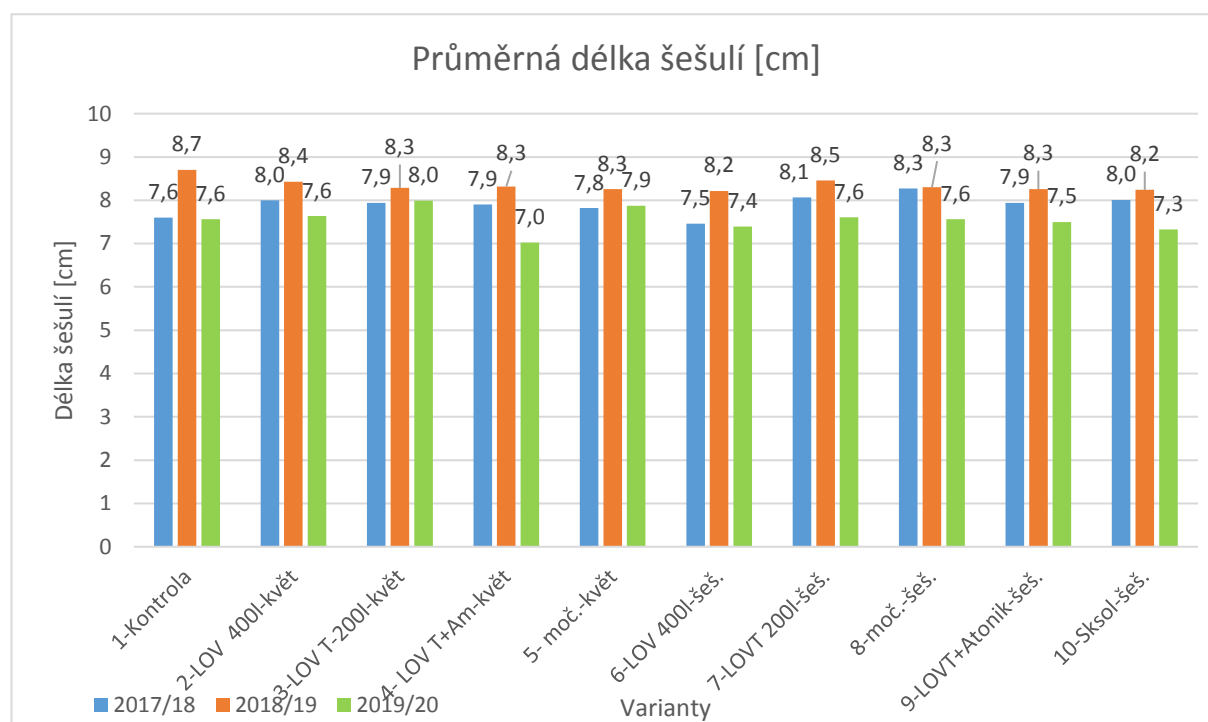
Průměrná délka šesulí v roce 2018 byla 7,9 cm. Varianty byly velice vyrovnané. Nejvyšší hodnota (8,3 cm) byla naměřena u varianty 8 (10 kg močoviny v zelených šesulích). Nejnížší hodnota (7,5 cm) byla naměřena u porostů hnojených 400 l Lovo CaNu v období zelených šesulí.

U všech variant v roce 2019 přesahovala průměrná délka šesulí hodnotu 8 cm (průměr 8,3 cm). Nejdelší šesule se nacházely u neošetřené kontroly (8,7 cm). Naopak nejnížší hodnota (8,2 cm) byla změřena u variant 6 (400 l/ha Lovo CaNu na šesule) a 10 (SK sol na zelené

šešule).

Průměr délky šešulí všech variant byl při měření v roce 2020 7,5 cm. Nejvyšší hodnota (8 cm) byla naměřena u varianty hnojené Lovo CaNem T v květu. Nejnižšího průměru (7 cm) dosáhla varianta hnojená Lovo CaNem T v kombinaci s Amistarem v květu.

Průměrná délka šešulí u variant hnojených v květu a variant hnojených v období zelených šešulí se ani v jednom roce výrazněji nelišila. Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 5.



Graf 5: Průměrná délka šešulí

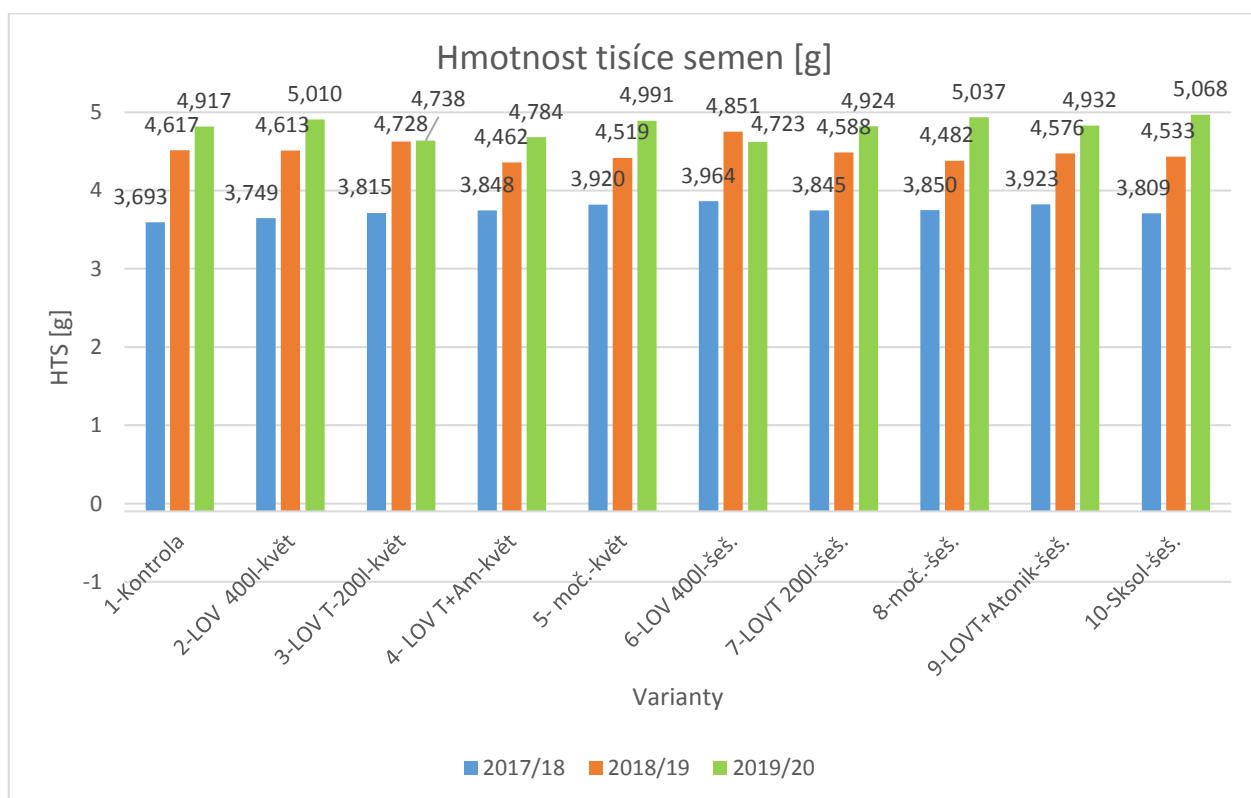


## 5.5 Hmotnost tisíce semen

Průměrná hmotnost tisíce semen v roce 2018 byla 3,842 g. Nejnižší HTS byla naměřena u neošetřené kontroly (3,693 g). Naopak nevyšší hodnota HTS (3,964 g) vycházela u varianty 6 (Lovo CaN 400 l/ha v období zelených šesulí). HTS u variant hnojených v období zelených šesulí byla průměrně o 0,07 g vyšší než u variant hnojených v květu a o 0,13 g vyšší než u kontroly.

V roce 2019 byla průměrná HTS 4,597 g. Nejvyšší hodnota HTS (4,851 g) vycházela u varianty 6 (Lovo CaN 400 l/ha v zelených šesulích), stejně jako tomu bylo v předchozím roce. Nejnižší hmotnost tisíce semen (4,462 g) byla naměřena u varianty 4 (Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar Xtra + 150 l vody v květu). V tomto roce byla průměrná HTS variant hnojených v období zelených šesulí o 0,03 g vyšší než u variant hnojených v květu a stejná jako u kontroly.

V posledním roce sledování byla průměrná HTS všech variant 4,912 g. Nejvyšší hmotnost tisíce semen byla zjištěna u varianty hnojené močovinou na zelené šesule (5,037 g) a u varianty, kde byl aplikován SK Sol na zelené šesule (5,068 g). Nejnižší průměrné hodnoty HTS (4,738 g) dosáhla varianta 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu). Rovněž v tomto roce byla průměrná hodnota u variant hnojených v období zelených šesulí vyšší než u těch hnojených v květu (o 0,056 g) a než kontrola (o 0,02 g). Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 6.



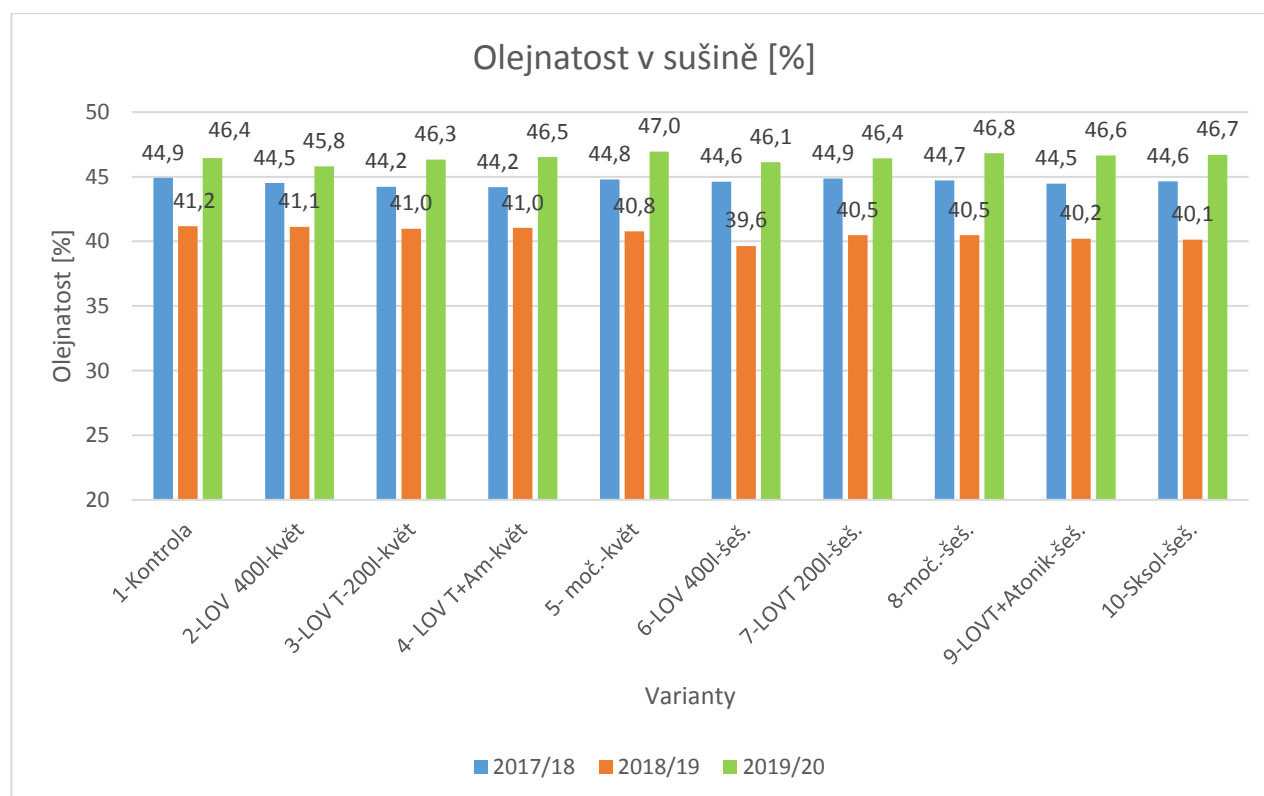
Graf 6: HTS

## 5.6 Olejnatost

Průměrná olejnatost v sušině v roce 2018 byla 44,6 %. Nejvyšší olejnatost (44,9 %) v této sezóně byla naměřena u varianty 7 (Lovo CaN T 200 l/ha v zelených šesulích) a u nehnojené kontroly. Nejnižší hodnota (44,2 %) byla zjištěna u variant 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu) a 4 (Lovo CaN T 200 l/ha + Amistar Xtra v květu). Průměr variant hnojených v období zelených šesulí byl o 0,3 % vyšší než průměr variant hnojených v květu.

Ve sklizňovém roce 2019 byla průměrná olejnatost v sušině 40,6 %. Nejvyšší hodnota byla opět jako v předchozím roce zjištěna u nehnojené kontroly (41,2 %), nejnižší hodnota (39,6 %) byla naměřena u varianty 6 (Lovo CaN 400 l/ha v zelených šesulích). V tomto ročníku byl průměr variant hnojených v květu o 0,8 % vyšší než těch hnojených v období zelených šesulí.

Průměr hodnot olejnatosti v sušině všech variant byl v roce 2020 46,5 %. Nejvyšší olejnatost byla zjištěna u variant hnojených roztokem močoviny. U hnojení močovinou v květu 47,0 % a při použití na šesule 46,8 %. Nejnižší průměrná hodnota (45,8 %) byla naměřena u varianty 2 (Lovo CaN 400 l/ha v květu). Průměr variant hnojených v květu byl o 0,1 % nižší než u těch hnojených v období zelených šesulí. Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 7.



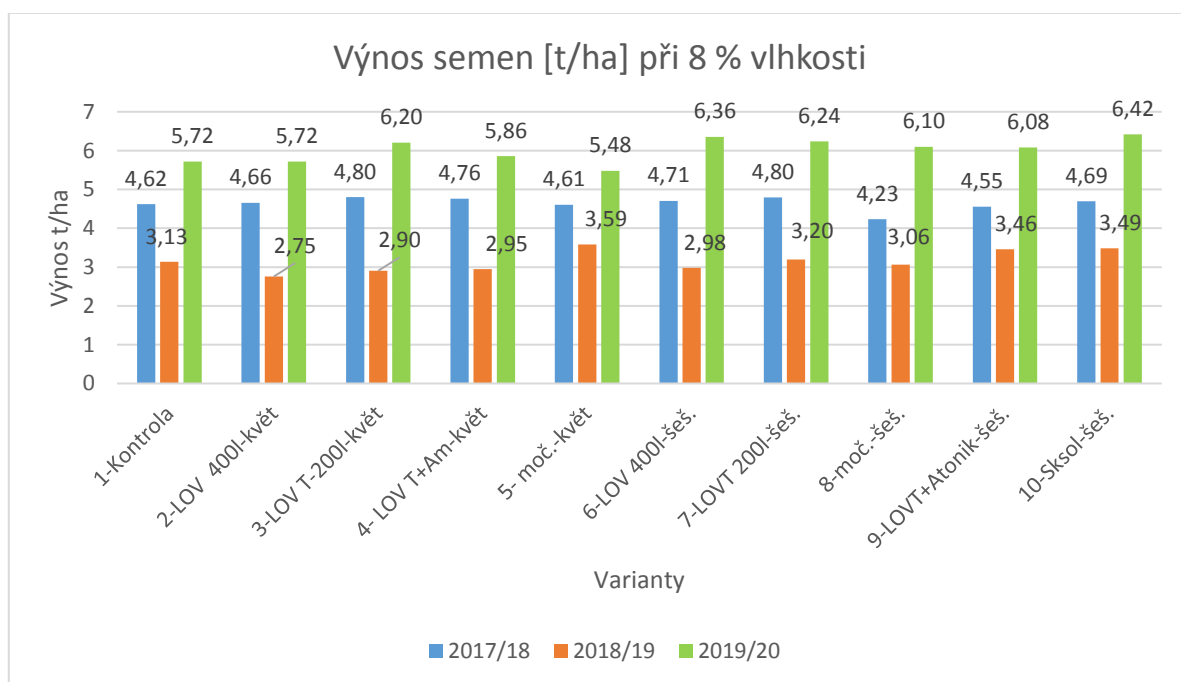
Graf 7: Olejnatost v sušině

## 5.7 Výnos semen při 8 % vlhkosti

Průměrný výnos semen v ročníku 2017/18 byl 4,64 t/ha. Nejvyšší výnos (4,80 t/ha) měly varianty číslo 7 (Lovo CaN T 200 l/ha v zelených šesulích) a 3 (Lovo CaN T 200 l/ha v květu). Oproti kontrole zde byl výnos navýšen o 0,18 t/ha. Ve variantách hnojených v květu i v zelených šesulích dosáhly nejnižšího výnosu porosty hnojené roztokem močoviny (varianty 5 a 8). Průměr variant hnojených v květu byl o 0,11 t/ha vyšší než u těch hnojených v období zelených šesulí.

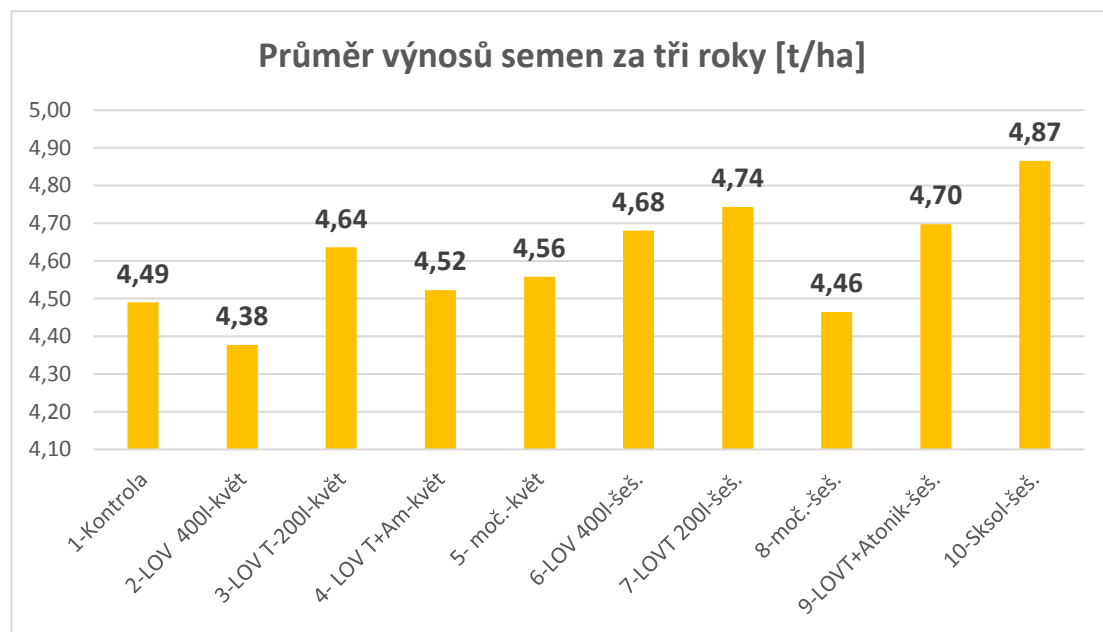
Sezóna 2018/19 byla výnosově výrazně slabší (průměr variant 3,15 t/ha). Nejvyššího výnosu (3,59 t/ha) dosáhla varianta 5 (10 kg močoviny ve 200 l vody v květu). Z variant hnojených v období zelených šesulí vyšla výnosově nejlépe (3,49 t/ha; o 0,36 t/ha více než kontrola) ta hnojená 3 l/ha SK solu. Nejnižší výnos ze všech variant (2,75 t/ha) byl zjištěn u porostů hnojených 400 l/ha Lovo CaNu v květu. Průměr variant hnojených v období zelených šesulí byl o 0,19 t/ha vyšší než u variant hnojených v květu. Tedy obráceně než v předchozím roce. Na vině mohlo být nižší množství srážek v červnu 2019, kdy porosty kvůli suchu nemohly přijímat živiny z půdy a varianty hnojené v období zelených šesulí tekutými hnojivy na list tak mohly být v jisté výhodě.

Ročník 2019/20 přinesl jednoznačně nejvyšší průměrný výnos všech variant (6,02 t/ha) ze všech tří sledovaných sezon. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta hnojená SK solem na šesule (6,42 t/ha), kterou následovala varianta 6 (Lovo CaN 400 l/ha na zelené šesule) s průměrným výnosem 6,36 t/ha. Nejnižší výnos byl zjištěn u porostů hnojených roztokem močoviny v květu (5,48 t/ha). Průměrný výnos variant hnojených v období zelených šesulí byl stejně jako v předchozím roce vyšší než těch hnojených v květu. V tomto případě byl rozdíl 0,42 t/ha. Průměrné hodnoty všech variant jsou znázorněny v Grafu 8.



Graf 8: Výnos semen

Varianta s nevyšším průměrným výnosem semen za všechny tři sledované ročníky byla ta hnojená SK solem na zelené šesule. Dosáhla na hodnotu 4,87 t/ha. Druhá nejvýnosnější (4,74 t/ha) byla ta hnojená Lovo CaNem T v dávce 200 l/ha na šesule. Naopak porosty hnojené Lovo CaNem 400 l/ha v květu dopadly v horizontu tří let nejhůře (4,38 t/ha). Tříletý průměr variant hnojených na šesule byl o 0,17 t/ha vyšší než u těch hnojených v květu a o 0,20 t/ha vyšší než u kontroly. Tříleté průměry výnosů jsou uvedeny v Grafu 9.



Graf 9: Průměr výnosů 2018-20

## 5.8 Statistické vyhodnocení

### 5.8.1 Vegetační rok 2017/18

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny (ANOVA, Tukeyův HSD test). U počtu větví se statisticky průkazně lišily (s 95 % pravděpodobností) varianta 1 (nehnojená kontrola) a varianty 3 (200 l/ha Lovo CaNu T v květu) a 9 (Lovocan T s Atonikem na šesule). U výšky rostlin a počtu šesulí nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi variantami. V délce šesulí se mezi sebou statisticky průkazně lišily pouze varianty 6 (400 l/ha Lovo CaNu na šesule) a 8 (roztok močoviny na šesule). U znaků zjišťovaných po sklizni (HTS, olejnatost, výnos) nebyl pozorován statisticky významný rozdíl mezi žádnými z variant.

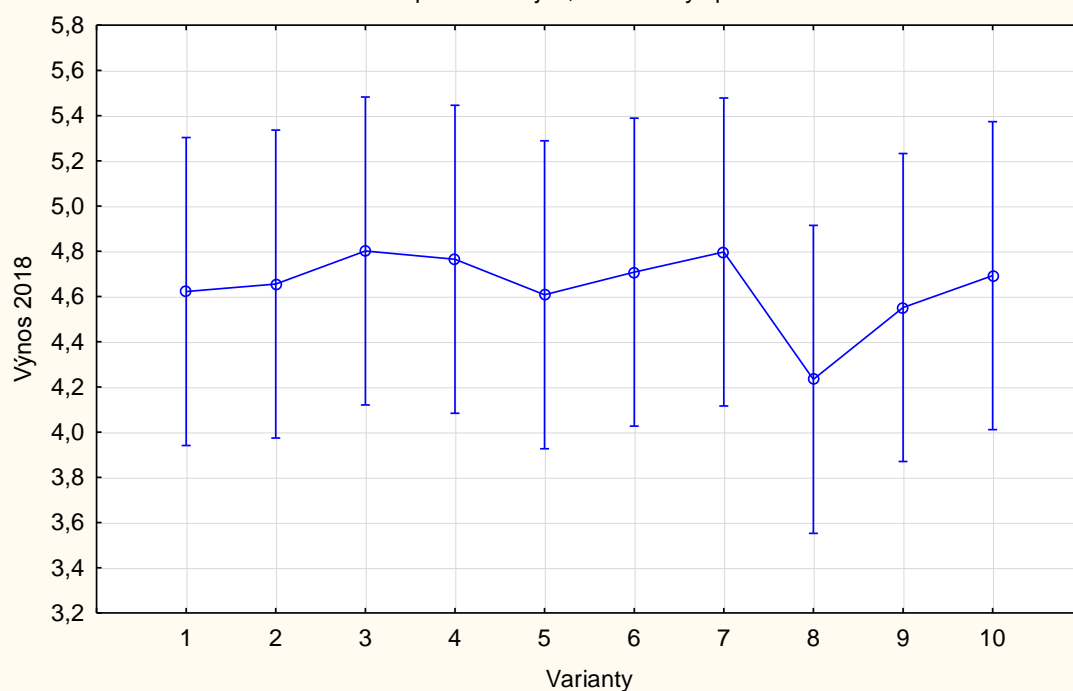
Statistické zhodnocení je uvedeno v Tabulce 11. Pokud jsou v jednom sloupci stejná

písmena, varianty se statisticky průkazně neliší. Pokud jsou písmena odlišná, pak jsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Tabulka 11: Statistické vyhodnocení variant 2017/18

2017/18 Varianty:	Počet větví [ks]	Výška rostlin [cm]	Počet šešulí [ks]	Délka šešulí [cm]	HTS [g]	Olejnatost v sušině [%]	Výnos [t/ha]
<b>Kontrola</b>	8,3 <b>a</b>	129,2 a	33,0 a	7,6 ab	3,693 a	44,9 a	4,62 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	7,3 ab	129,4 a	33,2 a	8,0 ab	3,749 a	44,5 a	4,66 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	6,5 <b>b</b>	123,5 a	36,4 a	7,9 ab	3,815 a	44,2 a	4,80 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Amistar</b>	7,1 ab	127,9 a	35,7 a	7,9 ab	3,848 a	44,2 a	4,75 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	7,3 ab	130,5 a	38,1 a	7,8 ab	3,920 a	44,8 a	4,61 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šešule</b>	7,2 ab	130,9 a	35,1 a	7,5 <b>a</b>	3,964 a	44,6 a	4,71 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šešule</b>	7,1 ab	129,7 a	34,1 a	8,1 ab	3,845 a	44,9 a	4,80 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šešule</b>	7,1 ab	127,3 a	34,2 a	8,3 <b>b</b>	3,850 a	44,7 a	4,23 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šešule</b>	6,5 <b>b</b>	128,7 a	36,2 a	7,9 ab	3,923 a	44,5 a	4,55 a
<b>SK sol 3 l/ha na šešule</b>	7,1 ab	125,1 a	33,5 a	8,0 ab	3,809 a	44,6 a	4,69 a

Variety; Průměry MNC  
 Současný efekt:  $F(9, 20)=,25869$ ,  $p=,97897$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Graf 10: ANOVA - výnos semen 2017/18 [t/ha]

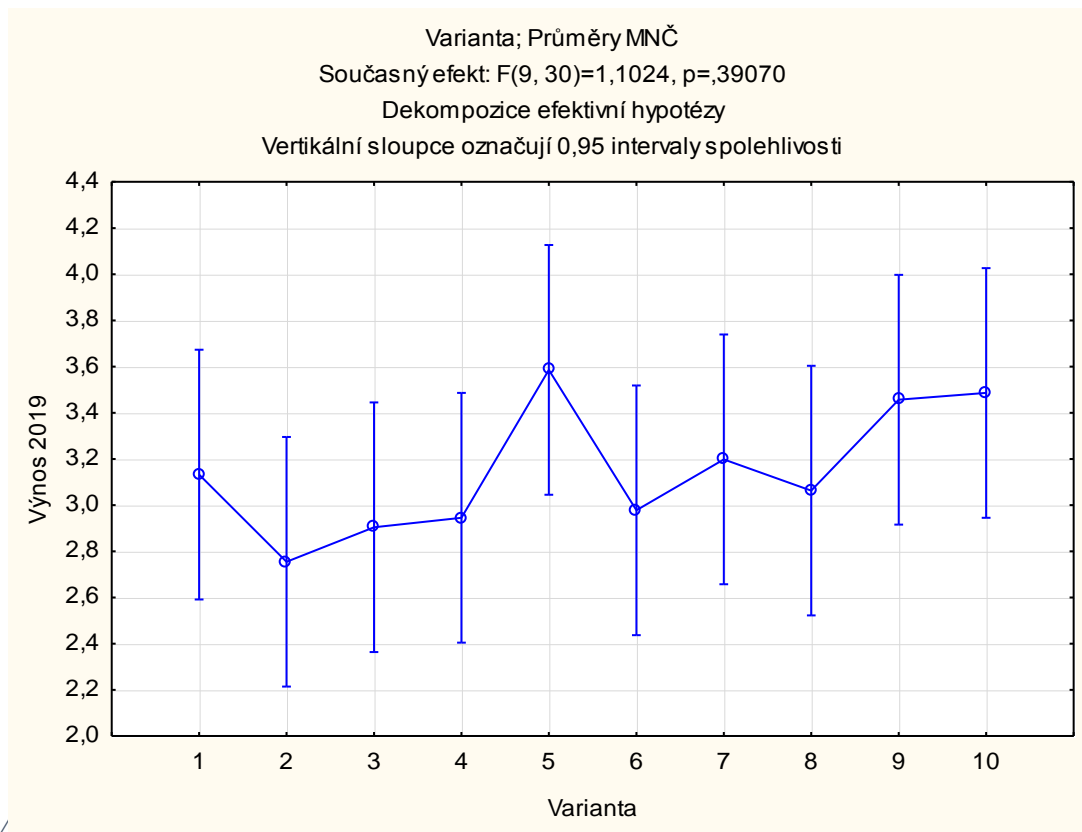
### 5.8.2 Vegetační rok 2018/19

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny (ANOVA, Tukeyův HSD test). U počtu větví se varianta 9 (Lovo CaN T s Atonikem na šešule) statisticky významně lišila od variant 3,4,6,7. Ve výšce rostlin byl statisticky významný rozdíl mezi nejnižšími variantami (2 a 3) a těmi nejvyššími (8 a 9). Počet šesulí se významně lišil mezi variantami 3 (200 l/ha Lovo CaNu T v květu) a 9 (Lovo CaN T s Atonikem). Mezi variantami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v délce šesulí. U HTS a výnosu semen (Graf 11) nebyl rovněž prokázán statisticky významný rozdíl mezi variantami. Ohledně olejnatosti byl zjištěn průkazný rozdíl mezi variantou 6 (400 l/ha Lovo CaNu na šešule) a 1 až 5. Všechny varianty hnojené v květu měly vyšší průměrnou olejnatost než ty hnojené v období zelených šesulí.

Statistické zhodnocení je uvedeno v Tabulce 12. Pokud jsou v jednom sloupci stejná písmena, varianty se statisticky průkazně neliší. Pokud jsou písmena odlišná, pak jsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Tabulka 12: Statistické vyhodnocení variant 2018/19

2018/19 Varianty:	Počet větví [ks]	Výška rostlin [cm]	Počet šešulí [ks]	Délka šešulí [cm]	HTS [g]	Olejnatost v sušině [%]	Výnos [t/ha]
<b>Kontrola</b>	8,6 ab	104,9 ab	30,0 ab	8,7 a	4,617 a	41,2 a	3,13 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	8,6 ab	100,2 a	35,3 ab	8,4 a	4,613 a	41,1 a	2,75 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	7,6 a	99,8 a	27,9 a	8,3 a	4,728 a	41,0 a	2,90 a
<b>Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu</b>	7,7 a	101,3 a	33,9 ab	8,3 a	4,462 a	41,0 a	2,95 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	8,0 ab	104,1 ab	35,9 ab	8,3 a	4,519 a	40,8 a	3,59 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šešule</b>	7,7 a	103,4 ab	34,7 ab	8,2 a	4,851 a	39,6 b	2,98 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šešule</b>	7,6 a	106,4 ab	33,3 ab	8,5 a	4,588 a	40,5 ab	3,20 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šešule</b>	8,6 ab	108,3 b	35,3 ab	8,3 a	4,482 a	40,5 ab	3,06 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šešule</b>	9,5 b	109,0 b	36,8 b	8,3 a	4,576 a	40,2 ab	3,46 a
<b>SK sol 3 l/ha na šešule</b>	8,0 ab	102,4 ab	34,9 ab	8,2 a	4,533 a	40,1 ab	3,49 a



Graf 11: ANOVA - výnos semen 2018/19 [t/ha]

### 5.8.3 Vegetační rok 2019/20

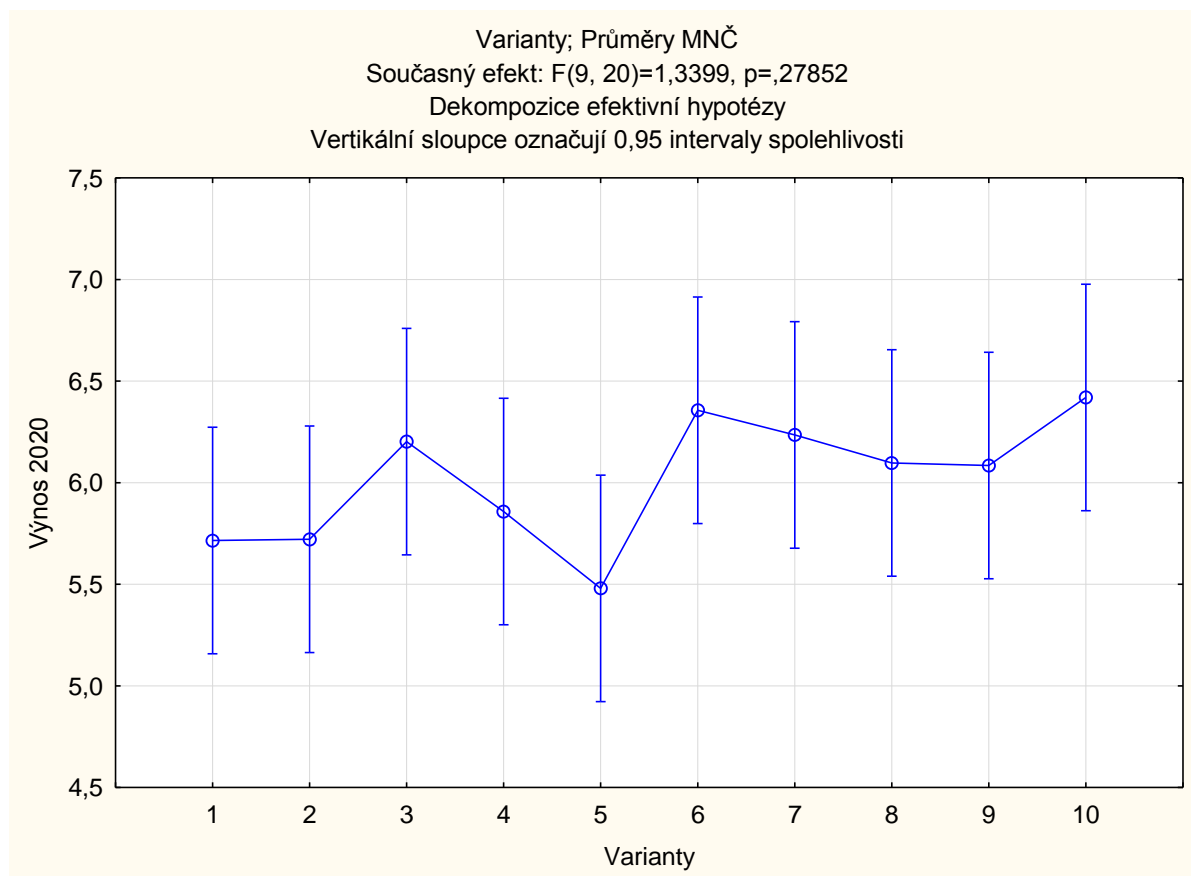
Výsledky byly statisticky vyhodnoceny (ANOVA, Tukeyův HSD test). U těchto sledovaných znaků: počet větví, výška rostlin, počet šesulí na terminálu, hmotnost tisíce semen, olejnatost v sušině a výnos nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi variantami. U délky šesulí byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi variantou 3 (Lovo CaN T v květu) a variantou 4 (Lovo CaN T s Amistarem v květu).

Statistické zhodnocení je uvedeno v Tabulce 13. Pokud jsou v jednom sloupci stejná písmena, varianty se statisticky průkazně neliší. Pokud jsou písmena odlišná, pak jsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .



Tabulka 13: Statistické vyhodnocení variant 2019/20

2019/20 Varianty:	Počet větví [ks]	Výška rostlin [cm]	Počet šešulí [ks]	Délka šešulí [cm]	HTS [g]	Olejnatost v sušině [%]	Výnos [t/ha]
<b>Kontrola</b>	9,9 a	140,5 a	30,0 a	7,6 ab	4,917 a	46,4 a	5,72 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	10,1 a	137,3 a	29,2 a	7,6 ab	5,010 a	45,8 a	5,72 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	9,5 a	138,9 a	30,7 a	8,0 a	4,738 a	46,3 a	6,20 a
<b>Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu</b>	9,6 a	138,0 a	27,3 a	7,0 b	4,784 a	46,5 a	5,86 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	10,1 a	136,4 a	27,2 a	7,9 ab	4,991 a	47,0 a	5,48 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šešule</b>	10,4 a	141,5 a	28,2 a	7,4 ab	4,723 a	46,1 a	6,36 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šešule</b>	10,4 a	138,8 a	29,4 a	7,6 ab	4,924 a	46,4 a	6,24 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šešule</b>	9,8 a	137,3 a	30,2 a	7,6 ab	5,037 a	46,8 a	6,10 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šešule</b>	10,3 a	136,3 a	28,7 a	7,5 ab	4,932 a	46,6 a	6,09 a
<b>SK sol 3 l/ha na šešule</b>	10,6 a	139,9 a	28,8 a	7,3 ab	5,068 a	46,7 a	6,42 a



Graf 12: ANOVA - výnos semen 2019/20 [t/ha]

#### 5.8.4 Souhrnné zhodnocení všech ročníků

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny (ANOVA, Tukeyův HSD test). Ani u jednoho sledovaného znaku nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi variantami. Nejvyšší průměrný počet větví (8,9) vyšel u kontroly. Nejvyšší tříletý průměr u počtu šesulí (33,9 ks) byl zjištěn u varianty 9 (Lovo CaN T s Atonikem na šesule). Největší výška rostlin (125,3 cm) a HTS (4,513 g) byly u varianty hnojené 400 l/ha Lovo CaNu na šesule. Největší průměrná délka šesulí byla zjištěna u varianty hnojené Lovo Canem T v květu (8,1 cm). Průměrná olejnatost dosáhla nejvyšší hodnoty u řepky hnojené roztokem močoviny v květu (44,18 %). Variantou s nejvyšším průměrným výnosem semen za tři roky byla ta hnojená SK solem v období zelených šesulí (4,87 t/ha).

Statistické zhodnocení a tříleté průměry všech variant jsou uvedeny v Tabulce 14. Pokud jsou v jednom sloupci stejná písmena, varianty se statisticky průkazně neliší. Pokud jsou písmena odlišná, pak jsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Tabulka 14: Statistické zhodnocení všech ročníků

Varianty	Počet větví [ks]	Výška rostlin [cm]	Počet šesulí [ks]	Délka šesulí [cm]	HTS [g]	Olejnatost v sušině [%]	Výnos [t/ha]
<b>Kontrola</b>	8,9 a	124,9 a	31,0 a	8,0 a	4,409 a	44,17 a	4,49 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	8,6 a	122,3 a	32,6 a	8,0 a	4,457 a	43,81 a	4,38 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	7,9 a	120,7 a	31,7 a	8,1 a	4,427 a	43,84 a	4,64 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Amistar v květu (2017/18) /Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu (2018/19)</b>	8,1 a	122,4 a	32,3 a	7,7 a	4,365 a	43,92 a	4,52 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	8,5 a	123,7 a	33,7 a	8,0 a	4,477 a	44,18 a	4,56 a
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šesule</b>	8,4 a	125,3 a	32,6 a	7,7 a	4,513 a	43,46 a	4,68 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šesule</b>	8,3 a	124,9 a	32,3 a	8,0 a	4,452 a	43,93 a	4,74 a
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šesule</b>	8,5 a	124,3 a	33,2 a	8,0 a	4,456 a	44,01 a	4,46 a
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šesule</b>	8,7 a	124,7 a	33,9 a	7,9 a	4,477 a	43,77 a	4,70 a
<b>SK sol 3 l/ha na šesule</b>	8,6 a	122,4 a	32,4 a	7,9 a	4,470 a	43,83 a	4,87 a

## 5.9 Porovnání termínů aplikace

V případě varianty hnojené 400 l/ha Lovo CaNu v květu byl mírně vyšší průměrný počet větví, průměrná délka šesulí a olejnatost v sušině než u varianty hnojené stejnou dávkou Lovo CaNu na zelené šesule (viz Tabulka 15). Naopak varianta ošetřená v období zelených šesulí měla vyšší průměrnou HTS, výnos semen a výšku rostlin. Počet šesulí na terminálu byl u obou termínů aplikace stejný.

Tabulka 15: Srovnání termínů aplikace hnojiva Lovo CaN na základě tříletých průměrů

<b>Lovo CaN 400 l/ha</b>		
	<b>V květu</b>	<b>Na šesule</b>
Počet větví [ks]	8,6	8,4
Výška rostlin [cm]	122,3	125,3
Počet šesulí [ks]	32,6	32,6
Délka šesulí [cm]	8	7,7
HTS [g]	4,457	4,513
Olejnatost v sušině [%]	43,81	43,46
Výnos semen [t/ha]	4,38	4,68

U varianty hnojené 200 l/ha Lovo CaNu T byl průměrný počet větví, výška rostlin, počet šesulí na terminálu, HTS, olejnatost v sušině i výnos semen vyšší při aplikaci na zelené šesule (viz Tabulka 16). U varianty hnojené v květu byla vyšší pouze délka šesulí.

Tabulka 16: Srovnání termínů aplikace hnojiva Lovo CaN T na základě tříletých průměrů

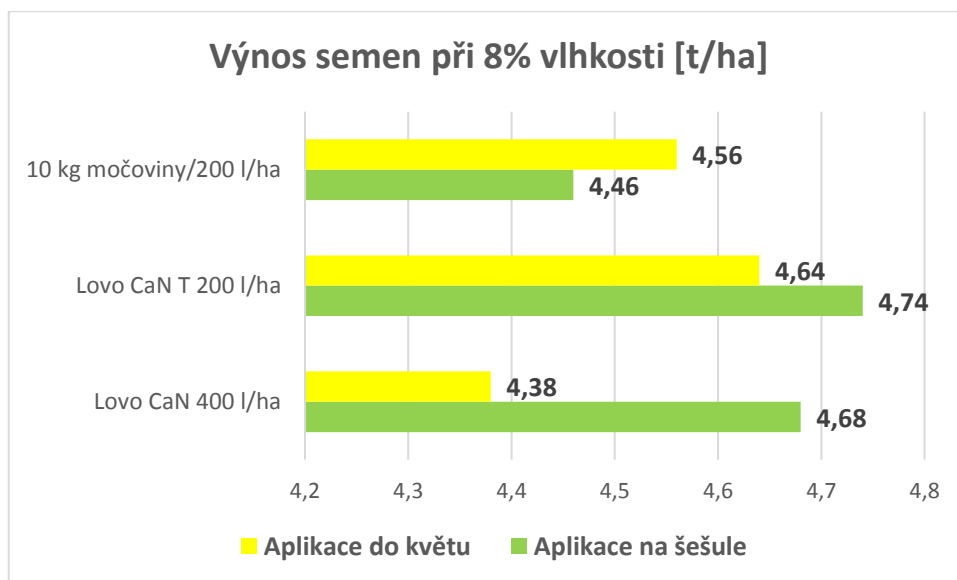
<b>Lovo CaN T 200 l/ha</b>		
	<b>V květu</b>	<b>Na šesule</b>
Počet větví [ks]	7,9	8,3
Výška rostlin [cm]	120,7	124,9
Počet šesulí [ks]	31,7	32,3
Délka šesulí [cm]	8,1	8
HTS [g]	4,427	4,452
Olejnatost v sušině [%]	43,84	43,93
Výnos semen [t/ha]	4,64	4,74

Varianta hnojená roztokem močoviny v květu měla vyšší počet šesulí na terminálu, HTS, olejnatost v sušině i výnos semen (viz Tabulka 17). Hodnota výšky rostlin byla vyšší u aplikace na zelené šesule. Počet produktivních větví a délka šesulí se nelišily.

Tabulka 17: Srovnání termínů aplikace roztoku močoviny na základě tříletých průměrů

<b>Močovina 10 kg do 200 l/ha</b>		
	<b>V květu</b>	<b>Na šesule</b>
Počet větví [ks]	8,5	8,5
Výška rostlin [cm]	123,7	124,3
Počet šesulí [ks]	33,7	33,2
Délka šesulí [cm]	8	8
HTS [g]	4,477	4,456
Olejnatost v sušině [%]	44,18	44,01
Výnos semen [t/ha]	4,56	4,46

Tříletý průměr výnosů semen byl u variant hnojených Lovo CaNem a Lovo CaNem T na zelené šesule (viz Graf 13) vyšší, než tomu bylo u variant hnojených stejnými dávkami těchto hnojiv v květu. Jednalo se o navýšení o 0,1 t/ha u Lovo CaNu T a o 0,2 t/ha v případě Lovo CaNu. Průměrný výnos variant hnojených roztokem močoviny byl o 0,1 t/ha vyšší při jeho aplikaci v květu.



Graf 13: Srovnání termínů aplikace na základě tříletých průměrů výnosů

## 5.10 Ekonomické zhodnocení

Ceny použitých hnojiv:

- Lovo CaN – **7,64 Kč/l** (zdroj Lovochemie, a.s.) \*
- Lovo CaN T – **9,45 Kč/l** (zdroj Lovochemie, a.s.) \*
- SK sol – **45 Kč/l** (zdroj Lovochemie, a.s.)
- Močovina – **7,82 Kč/kg** (zdroj AGRO ZETA servis s.r.o.)

\*= Ceny u Lovo CaN a Lovo CaN T platí při odběru celé cisterny. V případě objednávky menších balení jsou ceny výrazně vyšší. U Lovo CaNu je při odběru např. 600 l balení cena 41 Kč/l a u Lovo CaNu T 45 Kč/l (zdroj MANSFELD AG, s.r.o.)

Ceny ostatních přípravků:

- Atonik – **629 Kč/l** (zdroj E-agro.cz)
- Amistar Xtra (Mirador Xtra) – **1740 Kč/l** (zdroj agromanualshop.cz), cena tohoto přípravku do zhodnocení započítána nebyla

V následujících tabulkách (Tabulka 18, Tabulka 19 a Tabulka 20) jsou uvedeny náklady na použitá hnojiva, změny v tržbách oproti normálnímu stavu (nehnojená kontrola) a celkový zisk/ztráta po odečtení nákladu na použité hnojivo. V tabulce nejsou zohledněny ceny aplikace ani použité vody. Tyto náklady jsou značně variabilní dle použité techniky, zdroje vody a celkově podmínek v jakých podnik hospodaří. U některých variant, zejména u hnojení v květu může být hnojení spojeno s aplikací přípravků na ochranu rostlin. **Cena řepkového semene je počítána jako 10 000 Kč/t.** Pro všechny ročníky pěstování jsou použity stejné ceny.

V ročníku 2017/2018 byly téměř všechny varianty ekonomicky ve ztrátě oproti kontrole. Jako jediná zisková vyšla varianta ošetřená přípravkem SK sol v zelených šešulích (+565 Kč/ha). Druhého nejlepšího výsledku dosáhla varianta hnojená Lovo CaN T 200 l/ha v květu (-90 Kč/ha).

Tabulka 18: Ekonomické zhodnocení výnosů 2018

<b>Varianty 2017/18</b>	<b>Rozdíl výnosu oproti kontrole (4,62 t/ha)  t/ha</b>	<b>Změny v tržbách oproti kontrole (46 200 Kč/ha)  Kč/ha</b>	<b>Cena hnojiv  Kč/ha</b>	<b>Zisk/ztráta po odečtení nákladu na hnojiva Kč/ha</b>
<b>Kontrola</b>	0	0	0	0
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	+0,03	+300	3056	<b>-2756</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	+0,18	+1800	1890	<b>-90</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Amistar v květu</b>	+0,14	+1400	1890	<b>-490</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	-0,01	-100	78,2	<b>-178,2</b>
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šešule</b>	+0,09	+900	3056	<b>-2156</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šešule</b>	+0,17	+1700	1890	<b>-190</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šešule</b>	-0,39	-3900	78,2	<b>-3978,2</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šešule</b>	-0,07	-700	2267	<b>-2967</b>
<b>SK sol 3 l/ha na šešule</b>	+0,07	+700	135	<b>+565</b>

V sezóně 2018/19 na tom byla z ekonomického hlediska nejlépe varianta hnojená 10 kg močoviny v květu. Došlo u ní k navýšení zisku z hektaru o 4422 Kč oproti kontrole. Zisk přinesly i varianty hnojené Lovo CaN T 200 l/ha na šesule v kombinaci s Atonikem (+933 Kč/ha) a stejně jako v předchozím roce SK sol 3 l/ha na šesule (+3365 Kč/ha).

Tabulka 19: Ekonomické zhodnocení výnosů 2019

<i>Varianty 2018/19</i>	<i>Rozdíl výnosu oproti kontrole (3,13 t/ha)  t/ha</i>	<i>Změny v tržbách oproti kontrole (31 300 Kč/ha)  Kč/ha</i>	<i>Cena hnojiv  Kč/ha</i>	<i>Zisk/ztráta po odečtení nákladu na hnojiva Kč/ha</i>
<b>Kontrola</b>	0	0	0	0
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	-0,38	-3800	3056	<b>-6856</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	-0,23	-2300	1890	<b>-4190</b>
<b>Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu</b>	-0,19	-1900	472,5	<b>-1427,5</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	+0,45	+4500	78,2	<b>+4421,8</b>
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šešule</b>	-0,15	-1500	3056	<b>-4556</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šešule</b>	+0,07	+700	1890	<b>-1190</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šesule</b>	-0,07	-700	78,2	<b>-778,2</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šešule</b>	+0,32	+3200	2267	<b>+933</b>
<b>SK sol 3 l/ha na šesule</b>	+0,35	+3500	135	<b>+3365</b>



V roce 2020 dosáhlo zisku oproti kontrole hned sedm z devíti variant. Nejlepšího výsledku dosáhla varianta s hnojivem SK sol na šesule (+6865 Kč/ha). Všech pět variant hnojených v období zelených šesulí dosáhlo zisku. Ve ztrátě oproti kontrole byly varianty 2 (Lovo CaN 400 l/ha v květu) a 5 (roztok močoviny v květu).

Tabulka 20: Ekonomické zhodnocení výnosů 2020

<b>Varianty 2019/20</b>	<b>Rozdíl výnosu oproti kontrole (5,72 t/ha)  t/ha</b>	<b>Změny v tržbách oproti kontrole (57 200 Kč/ha)  Kč/ha</b>	<b>Cena hnojiv  Kč/ha</b>	<b>Zisk/ztráta po odečtení nákladu na hnojiva Kč/ha</b>
<b>Kontrola</b>	0	0	0	0
<b>Lovo CaN 400 l/ha v květu</b>	+0,01	+100	3056	<b>-2956</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha v květu</b>	+0,49	+4900	1890	<b>+3010</b>
<b>Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu</b>	+0,14	+1400	472,5	<b>+927,5</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody v květu</b>	-0,24	-2400	78,2	<b>-2478,2</b>
<b>Lovo CaN 400 l/ha na šesule</b>	+0,64	+6400	3056	<b>+3344</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha na šesule</b>	+0,52	+5200	1890	<b>+3310</b>
<b>10 kg močoviny/200 l vody na šesule</b>	+0,38	+3800	78,2	<b>+3721,8</b>
<b>Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šesule</b>	+0,37	+3700	2267	<b>+1433</b>
<b>SK sol 3 l/ha na šesule</b>	+0,70	+7000	135	<b>+6865</b>

V průměru tří let skončily v zisku tři varianty (viz Tabulka 21). Varianta hnojená roztokem močoviny v květu byla 589 Kč v plusu, varianta s 200 l/ha Lovo CaNu T na šesule 643 Kč. Varianta hnojená SK solem v zelených šesulích, která dopadla z ekonomického hlediska jednoznačně nejlépe, vyšla v průměru v zisku 3598 Kč. Součet výsledků za všechny tři roky u této varianty představoval zisk 10 795 Kč/ha oproti kontrole. Nejhůře dopadla z hlediska ekonomiky varianta 2 (400 l/ha Lovo CaNu v květu), došlo u ní k průměrné ztrátě 4189 Kč oproti kontrole.

Tabulka 21: Souhrnné ekonomické zhodnocení všech ročníků

Varianta	Zisk/ztráta 2017/2018 Kč/ha	Zisk/ztráta 2018/2019 Kč/ha	Zisk/ztráta 2019/2020 Kč/ha	Průměrný zisk/ztráta Kč/ha
Kontrola	0	0	0	0,0
Lovo CaN 400 l/ha v květu	-2756	-6856	-2956	<b>-4189</b>
Lovo CaN T 200 l/ha v květu	-90	-4190	+3010	<b>-423</b>
Lovo CaN T 200 l/ha + Amistar v květu (2017/18) /Lovo CaN T 50 l/ha + Amistar + 150 l vody v květu (2018/19, 2019/20)	-490	-1427,5	+927,5	<b>-330</b>
10 kg močoviny/200 l vody v květu	-178,2	+4421,8	-2478,2	<b>+589</b>
Lovo CaN 400 l/ha na šesule	-2156	-4556	+3344	<b>-1123</b>
Lovo CaN T 200 l/ha na šesule	-190	-1190	+3310	<b>+643</b>
10 kg močoviny/200 l vody na šesule	-3978,2	-778,2	+3721,8	<b>-345</b>
Lovo CaN T 200 l/ha + Atonik na šesule	-2967	+933	+1433	<b>-200</b>
SK sol 3 l/ha na šesule	+565	+3365	+6865	<b>+3598</b>

## 6 Diskuze

Jednou z výhod listové aplikace hnojiv je možnost kombinace s ostatními přípravky na ochranu rostlin, případně s různými stimulatory růstu a bioaktivatory, které zajišťují zvýšení efektivnosti foliární výživy a pomáhají rostlinám překonávat období stresu (Štípek et al. 2006). S tímto tvrzením lze souhlasit. Použití tankmixu Lovo CaNu T a stimulatoru Atonik se ukázalo jako příznivé, a to i z hlediska ekonomického výnosu. Růstový stimulator Atonik napomáhá rostlinám regenerovat například po poškození mrazem. Při míchání Lovo CaNu T s fungicidem Amistar ale došlo ve všech třech letech k tvorbě větší nebo menší sraženiny a tuto kombinaci proto v praxi doporučit nelze.

Chwil (2016) uvedl, že zařazení foliárního hnojení do technologie pěstování řepky má příznivý efekt. Aplikace listových hnojiv na řepku ozimou v období kvetení zvyšuje prokazatelně počet vytvořených šesulí. Výsledky ve mnou sledovaném pokusu tato tvrzení nevyvrací. Navýšení průměrného počtu vůči kontrole se u variant hnojených v květu podařilo v prvních dvou letech. Avšak statisticky významný rozdíl mezi variantami prokázán nebyl.

Sokólski (2018) uvedl, že na základě výsledků jeho pokusů s listovou výživou řepky dusíkem na jaře lze říct, že aplikace listových hnojiv vedla ke zvýšení výnosu semen (průměrně o 0,22 t/ha). Toto navýšení výnosu bylo způsobeno zvýšením počtu šesulí, počtu semen v nich a rovněž zvýšením hmotnosti tisíce semen. U některých variant v tomto pokusu se díky použití listových hnojiv do květu skutečně podařilo zvýšit výnos o více než 0,2 t/ha, jak uvádí autor. V prvním roce tato hranice překročena nebyla, avšak hnojením Lovo CaNem T se povedlo zvýšit výnos o 0,18 respektive 0,17 t/ha. V druhém roce byla tato hranice navýšení výnosu překonána hnojením roztoku močoviny v květu (navýšení o 0,46 t/ha), Lovo CaNem T v zelených šesulích a SK solem v téže fázi. Ve třetím roce došlo k navýšení výnosu hlavně u varianty hnojené Lovo CaNem T, a to o 0,38 t/ha.

Potvrdit lze hypotézu autorů Košála & Kučery (2014), kteří uvedli, že výhodou hnojiva Lovo CaN je jeho nízká fytotoxicita, kdy při aplikaci doporučeného množství 50-200 l/ha nedochází k poškození listové plochy ošetřených plodin. K poškození porostů nedošlo ani při aplikaci dávky 400 l/ha Lovo CaN.

Bečka et al. (2018) publikovali, že jednou z cest, jak zvýšit výnosy řepky jsou hnojiva Lovo CaN (7 % N) a Loco CaN T (13 % N) s aplikací v době plného květu. Vedle dusíku je ceněný vápník (13 % CaO). Vápník ovlivňuje aktivitu enzymů, zpevňuje buněčnou stěnu, stabilizuje pletiva a má detoxikační účinky. Nejlépe vychází Lovo CaN T do květu v dávce 200 l/ha. Listová hnojiva přináší 3-10 % navýšení výnosu semen. Výborné výsledky mají v případě poškození kořenového systému, na chudších a méně úrodných půdách.

S autory lze na základě výsledků této práce souhlasit v tom, že v některých případech může použití listových hnojiv navýšit výnos semen až o několik jednotek procent. Může to však být i dílem jiných faktorů působících na porost. V některých případech listového hnojení byl zase výnos vůči kontrolám naopak snížen. Ve dvou ze tří sledovaných ročníků byl výnos semen u aplikace Lovo CaNu T do květu ale skutečně navýšen. Roce 2018 o 4 % oproti kontrole a v roce 2020 dokonce o 9 % .

Kučera et al. 2017 uvedli, že v praxi se v poslední době poměrně často setkáváme se situací, kdy porosty ozimé řepky ve vyšších fázích vývoje (BBCH 65-70) trpí, někdy pouze přechodně, nedostatkem dusíku a vápníku. Lovo CaN T je významným příspěvkem do skupiny

hnojiv založených na principu velmi dobrého účinku ledku vápenatého. Přijatelnost dusíku a vápníku z Lovo CaNu T byla prověřena mnoha pokusy a analýzami, které potvrdily rychlost příjmu a využitelnosti živin z tohoto hnojiva. Aplikace vápníku a dusíku v období květu (těsně po) je velmi zajímavou a ekonomicky přínosnou možností, jak ovlivnit vývoj porostu řepky ozimé.

Ekonomický přínos hnojení Lovo CaNem v květu řepky nelze na základě mnou sledovaného pokusu úplně potvrdit. Pouze u jedné varianty, u které byl Lovo CaN nebo Lovo CaN T použit, byl v tříletém průměru dosažen ekonomický zisk (Lovo CaN T 200 l/ha na zelené šesšule). Celkový dojem hnojivo Lovo CaN T hodně vylepšilo díky výnosově podařenému roku 2019/20, ve kterém byly ziskové všechny varianty s tímto hnojivem. K ziskovému navýšení ve všech letech došlo pouze u variant hnojených SK solem. V průměru tří let vyšla v zisku také varianta hnojená roztokem močoviny v květu (+ 589 Kč/ha). Průměrný výnos ve sledovaných letech značně kolísal. Na vině může být třeba rozložení srážek v průběhu vegetace, které má vliv na příjem živin rostlinami.

Bečka et al. (2018) uvedli, že v období květu řepky velmi dobře reagují na jakékoliv přihnojení listovými hnojivy, stačí i roztok močoviny (10 kg močoviny na 200 l postřikové jíchy). V letech 2017/18 a 2019/20 tomu tak skutečně bylo. Průměr výnosů všech variant hnojených v květu byl v obou letech zhruba o 2 % vyšší než u kontroly.

## 7 Závěr

Na základě výsledků sledovaného pokusu, který byl založen na pozemku Výzkumné stanice Červený Újezd v ročnících 2017/18, 2018/19 a 2019/20, nelze konstatovat, že by hnojení řepky ve fázi květu a ve fázi zelených šešulí hnojivy Lovo CaN a Lovo CaN T mělo pozitivní vliv na všechny sledované znaky.

Nejvyššího výnosu v roce 2017/18 dosáhly varianty hnojené 200 l/ha Lovo Canu T v květu a v zelených šešulích. V následujícím roce 2018/19 dosáhla nejvyššího výnosu varianta s roztokem močoviny v květu. V roce 2019/20 byla nejvýnosnější varianta hnojená SK solem, která byla celkově nejlepší z hlediska ekonomiky. Olejnatost v sušině byla v prvních dvou ročnících nejvyšší u neošetřené kontroly a v posledním u varianty s roztokem močoviny aplikovaným do květu. Hmotnost tisíce semen byla letech 2017/18 a 2018/19 nejvyšší u variant hnojených 400 l/ha Lovo CaNu v období zelených šešulí, v tom posledním 2019/20 u varianty SK sol.

### **Stanovisko k hypotézám:**

**Hypotéza 1:** Hnojivo Lovo CaN zvyšuje výnos a HTS u řepky ozimé a je ekonomicky výhodné.

Tuto hypotézu lze potvrdit u dvou sledovaných ročníků. V roce 2017/18 byla průměrná HTS všech variant s hnojivy Lovo CaN a Lovo CaN T o více než 4 % vyšší než kontrola, v roce 2018/19 o 0,4 % a v roce 2019/20 byla o 1,3 % nižší. Z pohledu tříletých průměrů došlo k navýšení HTS oproti kontrole u všech variant s Lovo CaNem i Lovo CaNem T, kromě té, kde byl současně použit fungicid Amistar.

V prvním roce byl u většiny variant hnojených Lovo CaNem T skutečně výnos oproti kontrole navýšen, průměrně o 2 %. V roce druhém k tomuto navýšení výnosu došlo pouze pokud byl Lovo CaN T aplikován až ve fázi zelených šešulí. Průměrně však byly výnosy variant s Lovo CaNem a Lovo CaNem T o 3 % nižší než u kontroly. Ve třetím roce došlo k navýšení u všech variant s těmito hnojivy (průměrně o více než 6 %). Z hlediska tříletých průměrů výnosů se nejlépe jeví aplikace 200 l/ha Lovo CaNu T na šešule, došlo u ní k navýšení výnosu oproti kontrole o 5,6 %.

S ekonomickou výhodností použití těchto hnojiv lze souhlasit jen částečně. Pouze v jednom případě z dvanácti skončila varianta s těmito hnojivy v prvních dvou letech v zisku. V posledním roce sice bylo dosaženo zisku u všech kromě jedné, v celkovém průměru ale dopadla kladně pouze jediná. Ta, u které byl aplikován Lovo CaN T na zelené šešule. Navíc v ekonomickém zhodnocení byly použity nejnižší možné ceny, které platí při odběru celé cisterny hnojiva. Při odběru menšího balení jsou ceny ještě vyšší.

**Hypotéza 2:** Pro zvýšení HTS je lepší aplikovat Lovo CaN na zelené šešule.

Na základě výsledků pokusu můžeme srovnat hnojení stejnými dávkami čistého Lovo CaNu i Lovo CaNu T v květu a ve fázi zelených šešulí. V roce 2017/18 pozdější aplikace zvýšila HTS ve 2 případech ze 2. V letech 2018/19 a 2019/20 k navýšení došlo vždy u 1 případu

ze 2. Z pohledu tříletého průměru byla HTS vyšší při hnojení na šesule než v květu u Lovo CaNu i Lovo CaNu T. Na základě tříletých průměrů lze tak tuto hypotézu potvrdit.

### **Doporučení pro praxi:**

Hnojivo Lovo CaN má jistě velký potenciál uplatnění, ovšem pro hnojení řepky v pozdních fázích růstu bych ho nedoporučoval, a to z důvodu jeho ceny. Jediná varianta, která byla ekonomicky zisková, počítá s použitím Lovo CaNu T na zelené šesule. To by v praxi znamenalo další vjezd do porostu, jelikož poslední ošetření se většinou provádí ve fázi kvetení. Rozumnější volbou se mi zdá přidání třeba 10 kg močoviny (v tříletém průměru tato varianta byla v zisku +589 Kč) do tankmixu k POR při ošetřování řepky v květu. Tento způsob aplikace močoviny je již v praxi ověřen a mnoho pěstitelů jej v dnešní době využívá. Odpadnou tak náklady za aplikaci, jelikož postřikovač do porostu stejně pojede. Tohle ale u Lovo CaNu T neplatí, v našem pokusu totiž došlo ve všech letech k tvorbě větší nebo menší sraženiny při míchání s fungicidem Amistar Xtra (Mirador Xtra). Proto jeho míchání s POR na rozdíl od močoviny na základě tohoto pokusu doporučit nelze.

Hnojivo Lovo CaN T by šlo možná doporučit jako variantu pro dodání poslední dávky dusíku (kvalitativní hnojení ve fázi žlutých pupat) u porostů s nedostatkem vápníku. Běžná dávka u kvalitativního hnojení je 30 kg N/ha, což by odpovídalo dávce cca 165 l/ha Lovo CaNu T.

Zdá se, že v roce, kdy jsou příznivé podmínky jako v roce 2019/20, hnojivo Lovo CaN T pomůže tento výnos ještě zvýšit. Ve výnosově slabších ročnících se však efekt tohoto hnojiva neprojeví a dochází k ekonomickým ztrátám. Cena výše zmíněné dávky močoviny je také celkem nízká a riziko v případě podprůměrného výnosu není takové. Nejlepšího ekonomického výsledku dosáhlo hnojivo SK sol. Pro svou nízkou dávku (v pokusu 3 l/ha) a příznivou cenu (45 Kč/l) ho lze doporučit také. Doporučená koncentrace roztoku výrobcem je 0,8 %. Určitě by stálo za zvážení jeho současné použití s močovinou a POR (například fungicid na hlízenku či insekticid na bejlmorku) do květu. V případě tankmixů do květu je však potřeba velké opatrnosti kvůli včelám.

## 8 Literatura

1. Agro CS. 2019. Močovina. Available from <http://www.agrocs.cz/divize-agrosluzby/produkty-a-sluzby/mineralni-hnojiva/dusikata-hnojiva/mocovina> (accessed February 2020).
2. Agromanuál. 2017. Amistar Xtra. Available from [https://www.agromanual.cz/download/pdf\\_etiketa/e\\_amistar\\_xtra.pdf](https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_amistar_xtra.pdf) (accessed January 2020).
3. Allen EJ, Morgan DJ. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. *The Journal of Agricultural Science* **78**: 315-324.
4. Amanullah J, Gulzar A, Muhammad A, Mohammad TJ, Khan BM. 2010. Quality parameters of canola as affected by nitrogen and sulfur fertilization. *Journal of Plant Nutrition* **33**: 381-390.
5. Archer J. 1985. Crop nutrition and fertiliser use. Farming Press Ltd, Ipswich.
6. Baier J. 1982. Výživa rostlin v soustavě hnojení. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, Praha.
7. Baranyk et al. 2018. Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2018/19. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
8. Baranyk P et al. 2007. Řepka – pěstování – využití – ekonomika. Profi Press, Praha.
9. Baranyk P et al. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha.
10. Baranyk P. 2002. Osivo řepky – změna, či setrvalý stav?. *Úroda*. Available from <https://www.uroda.cz/osivo-repy-zmena-ci-setrvaly-stav/> (accessed January 2020).
11. Bečka D, Bokor P, Vašák J. 2018. Doporučení pro jarní hnojení řepky ozimé. *Poradca pestovateľa* **8**: 1-2.
12. Bečka D, Šimka J, Cihlář P, Prokinová E, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2013. Řepka ozimá – inovace pěstitelské technologie. Katedra rostlinné výroby FAPPZ ČZU, Praha.
13. Bečka D, Vašák J, Cihlář P. 2018. Stav letošních porostů řepky a první jarní doporučení. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/stav-letosnich-porostu-repy-a-prvni-jarni-doporuceni> (accessed March 2020).

14. Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá – Pěstitelský rádce. Kurent, Praha.
15. Behrens T. 2002. Stickstoffeffizienz von Winterraps (*Brassica napus* L.) in Abhängigkeit von der Sorte sowie einer in Menge, Zeit und Form variierten Stickstoffdüngung. Cuvillier Verlag, Göttingen.
16. Brát J., Baranyk P. 2017. Mýty a fakta o pěstování a zpracování řepky olejky v ČR. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
17. Brettschneider JG, Jeroch H, Dänicke S, Pikul J. 1997. Influence of a modified fatty acid profile of egg yolk fat on technological properties of hen's eggs. *Fett-Lipid* **99**: 362-364.
18. Cihlár, P. 2017. Výzkumná stanice Červený Újezd. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Available from <https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8759-vyzkumna-stanice-cervenyy-ujezd> (accessed November 2019).
19. Colton B, Sykes JD. 1992. Canola (Agfact P5.2.1). NSW Agriculture.
20. Cramer N. 1990. Raps. Ulmer, Stuttgart.
21. Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2018. Hnojení ozimé řepky na podzim. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim> (accessed September 2019).
22. Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2019. Příjem a využití dusíku řepkou na jaře a možnosti hnojení. *Agromanuál* **14**: 76-78.
23. Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2020. Hnojení před setím ozimé řepky fosforem a dusíkem. *Agromanuál* **15**: 82-84.
24. Černý J, Kovářik J, Kulhánek M, Balík J. 2015. Hnojení řepky na podzim. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-repky-na-podzim> (accessed January 2020).
25. Černý J, Sedlár O, Kulhánek M, Balík J, Suran P. 2018. Vliv pH půdy na obsah vápníku v rostlinách ozimé řepky. Pages 17-19. Prosperující plodiny 2018. SPU, Nitra.
26. ČSÚ. 2020. Soupis ploch osevů. Český statistický úřad. Available from <https://www.czso.cz/cso/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-5-2020> (accessed September 2020).



27. De Greyt W. 2011. Current Status and Future Developments in Rapeseed Processing for the Production of High Quality Meal and Oil. Page 7. 13th International Rapeseed Congress Abstract Book. SPZO, Praha.
28. De Pascale S, Maggio A, Orsini F, Bottino A, Barbieri G. 2008. Sulphur fertilization affects yield and quality of Brassica rapa grown on a floating system. Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology **83**: 743-748.
29. Dundálková L. 2015. Zlatá sklizeň – jarní regenerace a výživa řepky ozimé. Agromanuál **10**: 90.
30. Eagri. 2018. Atonik. Available from [http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_12137.pdf?id=12137](http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_12137.pdf?id=12137) (accessed January 2020).
31. Fábry A et al. 1992. Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
32. Fábry A. 2001. Řepka je hodnotnou předplodinou. Úroda. Available from <http://uroda.cz/repka-je-hodnotnou-predplodinou> (accessed February 2020).
33. Farahbakhsh H, Pakgohar N, Karimi A. 2006. Effects of Nitrogen and Sulphur Fertilizers on Yield, Yield Components and Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Plant Sciences **5**: 112-115.
34. Farman CD, Warry PJ, Henman AP. 1989. Oilseed rape manual. Arable Unit, Kenilworth.
35. Farman CD, Warry PJ, Henman AP. 1989. Oilseed rape manual. Arable unit, Stoneleigh.
36. Fiala T. 2020. Hospodářsky významné choroby řepky. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/hospodarsky-vyznamne-choroby-repky> (accessed February 2021).
37. Friedt W, Wittkop B, Lipsa F, Snowdon R. 2006. Züchterische Optimierung der Schrotqualität von Raps. Vorträge für Pflanzenzüchtung **69**: 55-63.
38. Gaj R. 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia rzepaku ozimego potasem na stan odżywienia roślin w początku wzrostu pędu głównego i na plon nasion. Rośliny Oleiste- Oilseed Crops **31**: 115-124.
39. Gu XB, Li YN, Du YD. 2018. Effects of ridge-furrow film mulching and nitrogen fertilization on growth, seed yield and water productivity of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in North western China. Agriculture Water Management **200**: 60-70.

40. Gutschick VP, Kay LE. 1995. Nutrient Acquisition by Plants: quantitative benefits of stress responses and some aspects of regulation. *Journal of Experimental Botany* **46**: 995.
41. Hammac WA, Pan WL, Bolton RP, Koenig RT. 2011. High resolution imaging to assess oilseed species root hair responses to soil water stress. *Plant and Soil* **339**: 125-135.
42. Hassan F, Manaf A, Qadir G, Basra SMA. 2007. Effects of sulphur on seed yield, oil, protein and glucosinolates of Canola cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology* **9**: 504-508.
43. Hay RKM, Porter JR. 2006. *The physiology of crop yield*. Blackwell Publishing.
44. Hocking P, Norton R, Good A. 1999. *Canola nutrition*. New South Wales Agriculture, Orange.
45. Hocking P, Norton R, Good A. 1999. *Crop nutrition*. Canberra, Australia.
46. Hodge A, Robinson D, Fitter A. 2000. Are microorganisms more effective than plants at competing for nitrogen?. *Trends in Plant Science* **5**: 304-308.
47. Honsová H, Bečka D, Cihlár P, Vašák J. 2017. Možnosti zlepšení polní vzházivosti řepky. Pages 22-24. *Prosperující olejniny 2017*. ČZU, Praha.
48. Huhtanen P, Hetta M, Swensson C. 2011. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis. *Canadian Journal of Animal Science* **91**: 529-543.
49. Huk J, Trnka J, Drápela L. 2014. Biopaliva v Čechách stále frčí. *Biom* **54**: 1-8.
50. Chloupek O. 2008. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. Academia, Praha.
51. Chwil S. 2016. The effect of foliar feeding under different soil fertilization conditions on the yield structure and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* **19**.
52. Jankowski KJ, Budzynski WS, Kijewski L, Zajac T. 2015. Biomass quality of *Brassica* oilseed crops in response to sulfur fertilization. *Agronomy Journal* **107**: 1377-1391.
53. Jarecki W, Buczek J, Bobrecka-Jamro D. 2019. The response of winter oilseed rape to diverse foliar fertilization. *Plant, Soil and Environment* **65**: 125-130.
54. Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press, Praha.

55. Kokaisl K. 2008. Řepka v osevním postupu. Listy olejnin. Available from <http://www.spzo.cz/wp-content/uploads/2012/10/zakl.pdf> (accessed February 2020).
56. Kole C, Thormann CE, Karlsson BH, Palta JP, Gaffney P, Yandell B, Osborn TC. 2002. Comparative mapping of loci controlling winter survival and related traits in oilseed *Brassica rapa* and *B. napus*. *Molecular Breeding* **9**: 201-210.
57. Košál R, Kučera J. 2014. Užitečné novinky v sortimentu hnojiv. Pages 193-196. Sborník z konference Prosperující olejnin 2014. ČZU, Praha.
58. Kováčik P, Galliková M. 2012. Výživa řepky olejky a slunečnice roční bórem. Available from [http://old.agroporadenstvo.sk/rv/olejniny/slnrepka\\_bor.pdf](http://old.agroporadenstvo.sk/rv/olejniny/slnrepka_bor.pdf) (accessed January 2020).
59. Kučera J, Košál R, Valenta J, Bečka D. 2017. Nové aplikační okno pro Lovocan T. Sborník konference s mezinárodní účastí Prosperující olejnin 2017. ČZU, Praha.
60. Kuchtová P, Bečková L, Bečka D, Dvořák P, Trauškeová P. 2017. Herbicid tolerantní řepky v pěstitelských systémech. Pages 53-57. Prosperující olejnin 2017. ČZU, Praha.
61. Kuchtová P, Mikšík V. 2003. Vztah hustoty ozimé řepky a účinnosti hnojení dusíkem na jaře. Pages 118-123. Řepka, mák, hořčice sborník – Sborník referátů z konference Katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU, Praha.
62. Lääniste P, Jõudu J, Ereemeev V. 2004. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilisation. *Agronomy Research* **2**: 83-86.
63. Lande N. 2011. Sustainability assessment of oilseed rape in reduced tillage cropping systems in France. Page 59. Abstract book, 13th International Rapeseed Congress. SPZO, Praha.
64. Lee S, Shah YT. 2013. *Biofuels and bioenergy*. CRC Press, Boca Raton.
65. LG. 2020. LG Architect. Available from <https://lgseeds.cz/wp/product/lg-architect-2/> (accessed January 2020).
66. Liška M. 2018. Situační a výhledová zpráva – olejnin. Ministerstvo zemědělství, Praha.
67. Liu YG, Jensen SK, Eggum BO. 1995. The influence of seed size on digestibility and growth performance of broiler chickens fed full-fat rapeseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **67**: 135-140.
68. Lošák T. 2003. Effects of nitrogen and sulphur nutrition on seed yields and oil content in winter rape. *Acta agraria et silvestria* **40**: 265-270.

69. Lovochemie. 2018. Aplikační listy – Kombinovaná výživa pevnými a kapalnými hnojivy. Lovochemie, a.s., Lovosice.
70. Masclaux-Daubresse C, Daniel-Vedele F, Dechorgnat J, Chardon F, Gaufichon L, Suzuki A. 2010. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany* **105**: 1141-1157.
71. Mráz J. 2018. Příjem živin z listových hnojiv. *Agromanuál* **13**: 94-95.
72. Nagel KA, Kastenholz B, Jahnke S, Aach T, Mühlich M, Truhn D, Scharr H, Terjung S, Walter A, Schurr U. 2009. Temperature responses of roots: impact on growth, root system architecture and implications for phenotyping. *Functional Plant Biology* **36**: 947-959.
73. Nikodém M. 2013. Řepkový olej – všestranný kuchyňský pomocník. Olej nad zlato. Available from <http://www.olejnadzlato.cz/repkovy-olej-vsestranny-kuchynsky-pomocnik/> (accessed July 2019).
74. Novák J, Skalický M. 2012. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint, Praha.
75. Ohyama T, Sueyoshi K. 2010. Nitrogen Assimilation in Plants. Research Signpost, Jagathy.
76. Pančíková J. 2020. Nejvyšší výnos řepky byl na Vysočině. Available from <https://www.uroda.cz/nejvyssi-vynos-repky-byl-na-vysocine/> (accessed February 2021).
77. Pavlíková D, Balík J, Pavlík M, Tlustoš P, Vaněk V. 2007. Dusík v rostlině a jeho využití. Pages 28-33. Sborník z 13. mezinárodní konference Racionální použití hnojiv. Česká zemědělská univerzita, Praha.
78. Peterson CHL, Hustrulid T. 1998. Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. *Biomass and Bioenergy* **14**: 91-101.
79. Rapool. 2019. Marathon. Available from <https://www.rapool.cz/index.cfm/action/varieties/c/23/var/64.html> (accessed January 2020).
80. Rastegar MA. 2004. Agronomy of Industrial Plants. Brahman Publication, Tehran.
81. Rathke GW, Behrens T, Diepenbrock W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture, Ecosystems & Environment* **117**: 80-108.
82. Richter R, Hřivna L, Cerkal R. 2001. Výživa a hnojení řepky ozimé. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.

83. Richter R, Hřivna L. 1999. Výživa a hnojení rostlin 1. MZLU, Brno.
84. Roy RN, Finck A, Blair GJ, Tandon HLS. 2006. Plant nutrition for food security. FAO, Rome.
85. Saeidnia S, Gohari AR. 2012. Importance of *Brassica napus* as a medicinal food plant. Journal of Medicinal Plants Research **14**: 2700-2703.
86. Schäfer B, Stemann G. 2009. Příprava půdy. Pages 82-91. Řepka-plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.
87. Schneider M, Laufer D, Zerr T. 2018. Gute Wurzeln für mehr Ertrag. Available from <https://www.lw-heute.de/gute-wurzeln-ertrag>. (accessed November 2019).
88. Smyth SJ, Gusta M, Belcher K, Phillips PWB, Castle D. 2011. Environmental impacts from herbicide tolerant canola production in West Canada. Agricultural Systems **104**: 403-410.
89. Stárek P. 2016. Šlechtitelské řešení aktuálních problémů při pěstování řepky ozimé. Pages 170-173. Sborník konference Prosperující olejninu 2016. ČZU, Praha.
90. Süzer S. 2010. Effects of Potassium Fertilization on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and Canola (*Brassica napus* ssp. *Oleifera* L.) Growth. Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute. Antalya.
91. Šaroun J. 2012. Udržitelné pěstování řepky ozimé v současných podmínkách. Dow AgroSciences.
92. Šařec P, Šařec O. 2003. Různé způsoby zakládání porostů řepky ozimé ve střední Evropě. Biom. Available from <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/ruzne-zpusoby-zakladani-porostu-repky-ozime-ve-stredni-evrope> (accessed January 2020).
93. Škarpa P, Richter R, Ryant P. 2015. Mimokořenová výživa je součástí systému hnojení rostlin. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/mimokorenova-vyziva-je-soucasti-systemu-hnojeni-rostlin> (accessed September 2019).
94. Škarpa, P., Richter, R., Antošovský, J. 2016. Účinnost aplikovaného bóru u řepky ozimé. Pages 31-35. Sborník konference Prosperující olejninu 2016. ČZU, Praha
95. Šoltysová B, Danilovič M. 2018. Výživa a hnojenie repky olejnej. Úroda **56**: 78-81.
96. Štípek K, Černý J, Vaněk V, Shejbal P. 2006. Vliv aplikace listových hnojiv a stimulatorů růstu na výnos zrna kukuřice. Pages 151-154. Racionální použití hnojiv – Sborník z konference. ČZU, Praha.

97. Trčková M, Jandová G. 2003. Fyziologické aspekty listové výživy. Pages 160-163. Výživa rostlin v trvale udržitelném zemědělství. MZLU, Brno.
98. Trčková M, Raimanová I, Růžek P. 2006. Využití různých forem dusíku u obilnin při mimokořenové aplikaci. Pages 32-35 in Růžek P, Pišánová J, editors. Sborník příspěvků z konference Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
99. Trinsoutrot I, Recous S, Mary B, Justes E, Nicolardot B. 1999. C and N mineralization of oilseed rape crop residues in soil. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra.
100. Třináctý J, Nedělník J, Richter M. 2016. Hodnocení krmiv na bázi řepky a jejich zařazení do krmných dávek pro dojnice. Zemědělský výzkum, Troubsko.
101. Urban J, Pulkrábek J. 2018. Navýšení výnosu a jakosti cukrové řepy pomocí listové výživy a biologicky aktivních látek. Listy cukrovarnické a řepařské 134: 188-194.
102. Vaculík A. 2018. Možnosti herbicidní ochrany ozimé řepky v podzimním období. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-herbicidni-ochrany-ozime-repy-v-podzimmim-obdobi> (accessed September 2019).
103. Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha.
104. Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha.
105. Varga L. 2011. Listová výživa – významný faktor pri pestovaní poľnohospodárskych plodín. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/listova-vyziva-vyznamny-faktor-pri-pestovani-polnohospodarskych-plodin> (accessed December 2019).
106. Vašák J et al. 2000. Řepka. Agrospoj, Praha.
107. Vašák J, Bečka D, Béreš J, Mikšík V, Ličková S. 2018. Změny v pěstitelské technologii řepky a pšenice. Pages 1-9. Prosperující plodiny 2018. SPU, Nitra.
108. Wittwer SH, Teubner FG. 1959. Foliar Absorption of Mineral Nutrients. Annual Review of Plant Physiology 10: 13-30.
109. Xu G, Xiaorong F, Miller AJ. 2012. Plant Nitrogen Assimilation and Use Efficiency. The Annual Review of Plant Biology 63: 153-182.
110. Yang YP, Tlustoš P, Balík J, Vaněk V. 1999. Effects of magnesium and nitrogen foliar fertilisers on oilseed rape. Rostlinná výroba 45: 299-303.

111. Zanetti F, Rampin E, Vamerali T, Mosca G. 2011. Root morphology and nitrogen uptake in new hybrids of winter oilseed rape. Page 366. 13th International Rapeseed Congress Abstract Book. SPZO, Praha.
112. Zehnálek P. 2019. Seznam doporučených odrůd řepky olejky ozimé. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.