

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Účinek fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k
různé úrovni dusíkatého hnojení**

Bakalářská práce

**Vratislav Kříž
Rostlinná produkce**

Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Účinek fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k různé úrovni dusíkatého hnojení" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Davidu Bečkovi Ph.D. za vedení této bakalářské práce a odborné rady. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu během studia.

Účinek fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k různě úrovni dusíkatého hnojení

Souhrn

Řepka ozimá (*Brassica napus*) je klíčovou zemědělskou plodinou, zvláště v České republice. Tato plodina se pěstuje hlavně pro svá semena, z nichž se lisuje řepkový olej, který je široce využíván jak v potravinářství, tak i pro průmyslové účely, například jako biopalivo. Jedná se o velmi náročnou plodinu na výživu dusíkem. Na jednu tunu produkce semen je potřeba dodat až 50 kilo čistého dusíku. Důležitá je ochrana proti houbovým patogenům, které snižují výnos v extrémních případech až o 50 %.

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled na řepku olejnou, dusík a hnojení dusíkem, fungicidy a houbové choroby řepky. V poloprovozních podmínkách posoudit účinek různých systémů fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k různě úrovni dusíkatého hnojení.

V rámci bakalářské práce byl založen pokus na pozemku SHR Vratislava Kříže v Radimi u Jičína v Královéhradeckém kraji. Pokusy byly realizovány na hybridní odrůdě LG Ambassador. Na pozemku bylo sledováno osm variant, kdy polovina pokusů byla na jaře hnojena dusíkem na 170 kg/ha a druhá polovina na 120 kg/ha. Na každé pokusné variantě s odlišnou dávkou dusíku jsme založili čtyři varianty:

- 1) kontrola - bez fungicidního ošetření
- 2) měď a síra - Chevri Cu combi + Síra 165
- 3) biostimulant - Talisman
- 4) fungicid - Mirador UNI

Sledovanými znaky byly: počet rostlin na m² po zimě, výnos, olejnatost, HTS, zdravotní stav strniště po sklizni.

Z výsledků pokusů vyplývá, že snížením dávky dusíku je porost schopen lépe odolávat tlaku houbovým patogenům a tím zvýšit výnos semen. Při porovnání použitých přípravků fungicidní ochrany, byl největší účinek zaznamenán u fungicidního přípravku Mirador UNI. Nejvýnosnější kombinací, dle dávky dusíku a provedené fungicidní ochrany, byla varianta nízkého hnojení dusíkem (120 kg N/ha) a ošetření fungicidním přípravkem Mirador UNI. Ekonomické hledisko bylo sledováno zvláště v rámci variant pokusů vysokého hnojení dusíkem (170 kg N/ha) a nízkého hnojení dusíkem (120 kg N/ha). Kontrolní varianta (bez fungicidního ošetření) byla porovnána s variantami ošetřenými. Jediné navýšení zisku (320 Kč/ha) bylo

zjištěno na variantě, kde proběhlo nízké hnojení dusíkem (120 kg N/ha) a ošetření fungicidním přípravkem Mirador UNI. Ostatní varianty vyšly ekonomicky ztrátově.

Na základě výsledku jednoletého pokusu v této bakalářské práci lze doporučit kombinaci snížené dávky dusíku a porost řepky ozimé ošetřit fungicidním přípravkem.

Klíčová slova: řepka olejná; dusík; hnojení; houbové choroby; fungicidy; výnos

The effect of fungicidal protection in winter rapeseed in relation to different levels of nitrogen fertilization

Summary

Winter rape (*Brassica napus*) is a key agricultural crop, especially in the Czech Republic. This crop is grown mainly for its seeds, which are pressed into rapeseed oil, which is widely used both in the food industry and for industrial purposes, for example as biofuel. It is a very nitrogen-intensive crop. Up to 50 kilos of pure nitrogen are required per tonne of seed production. Protection against fungal pathogens, which reduce yields by up to 50 % in extreme cases, is important.

The aim of this bachelor thesis is to conduct a literature review on oilseed rape, nitrogen and nitrogen fertilization, fungicides and fungal diseases of rape. To assess the effect of different fungicide control systems in winter rape in relation to different levels of nitrogen fertilisation under semi-operating conditions.

Within the framework of the bachelor thesis, an experiment was established on the land of SHR Vratislav Kříž in Radim u Jičín in the Hradec Králové Region. The experiments were carried out on the hybrid variety LG Ambassador. Eight variants were monitored on the plot, where half of the trials were fertilized with nitrogen at 170 kg/ha in spring and the other half at 120 kg/ha. Four variants were established on each experimental variant with a different nitrogen rate:

- 1) Control - no fungicide treatment
- 2) Copper and sulphur - Chevri Cu combi + Síra 165
- 3) Biostimulator - Talisman
- 4) Fungicide - Mirador UNI

The traits monitored were: number of plants per m² after winter, yield, oil content, HTS, stubble health after harvest.

The results of the experiments show that by reducing the nitrogen rate, the crop is better able to resist fungal pathogen pressure and thus increase seed yield. When comparing the different fungicide treatments used, the greatest effect was observed with the fungicide Mirador UNI. The most profitable combination according to the nitrogen dose and the fungicide protection applied was the low nitrogen fertilisation option (120 kg N/ha) and where the fungicide Mirador UNI was applied.

The economic aspect was monitored in the high nitrogen fertilisation (170 kg N/ha) and low nitrogen fertilisation (120 kg N/ha) variants. The control variant (no fungicide treatment) was compared with the treated variants. The only increase in profit (320 CZK/ha) was found in the variant with low nitrogen fertilisation (120 kg N/ha) and treatment with the fungicide Mirador UNI. The other variants were economically loss-making.

Based on the result of the one-year trial in this bachelor thesis, a combination of reduced nitrogen rate and fungicide treatment of the winter rape crop can be recommended.

Keywords: oilseed rape; nitrogen; fertilization; fungal diseases; fungicides; yield

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Řepka ozimá	11
3.1.1 Botanické zařazení řepky olejné	11
3.1.2 Historie pěstování	11
3.1.3 Výnosotvorné faktory	12
3.1.4 Morfologická stavba	13
3.1.5 Růst a vývoj řepky	14
3.1.6 Agrotechnika	15
3.1.7 Setí	16
3.1.8 Sklizeň	16
3.2 Výživa rostlin	17
3.2.1 Hnojení ozimé řepky	18
3.2.2 Organické hnojení.....	19
3.2.3 Minerální hnojení.....	19
3.3 Ochrana rostlin	25
3.3.1 Ochrana proti škůdcům	26
3.3.2 Ochrana proti chorobám	27
3.3.3 Herbicidní ochrana.....	30
3.4 Vliv fungicidů na různou úroveň dusíkatého hnojení	31
3.4.1 Dusíková chorobná hypotéza	32
4 Metodika	33
4.1 Představení podniku	33
4.2 Průběh počasí za sezonu 2022/2023	33
4.3 Charakteristika pozemku	34
4.4 Rozvržení jednotlivých pokusů na pozemku	35
4.5 Materiály k pokusu	35
4.5.1 Odrůda řepky ozimé	35
4.5.2 Použitá dusíkatá hnojiva jarního hnojení	35
4.5.3 Látky aplikované před květem.....	36
4.6 Agrotechnika porostu	37
4.6.1 Příprava půdy, založení pokusu a podzimní práce	37
4.6.2 Práce po zimě až po sklizeň	37
4.7 Stanovení N_{min}	38
4.8 Stanovení listové analýzy N	38

4.9	Metodika odběru vzorků a dat	39
5	Výsledky	41
5.1	Počet jedinců na m ² po zimě	41
5.2	Výnos	41
5.3	Olejnatost	44
5.4	Hmotnost tisíce semen	46
5.5	Zdravotní stav strniště po sklizni	48
5.6	Ekonomické zhodnocení	48
6	Diskuze	52
7	Závěr	54
8	Literatura.....	55
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Řepka olejná (*Brassica napus L.*) je jednou z hlavních olejnin na světě. Olej se používá jako biopalivo, pro lidskou spotřebu, pro krmení zvířat a v chemickém a farmaceutickém průmyslu (Friedt & Snowdon 2009). Tento nedávno vyvinutý druh (ve středověku nebo dříve) s největší pravděpodobností vznikl nezávislými a spontánními mezidruhovými hybridizacemi mezi genotypy řepky (*Brassica rapa L.*; AA, $2n = 20$) a zelí (*Brassica oleraceal L.*; CC, $2n = 18$) (Iniguez Luy & Federico 2011).

Žlutě kvetoucí olejnína, která se ve Spojených státech nazývá kanola, je v Evropě známá jako řepka. Řepka se pěstuje v chladnějších oblastech, jako je Německo, Kanada, Rusko a Turecko. Šrot z řepkového oleje je pro člověka nepoživatelný. Výnosy řepkového oleje se pohybují od 940 do 1880 l z hektaru a patří k nejvyšším ze všech konvenčních olejnin (Tickel 2000).

V České republice je řepka ozimá nejpěstovanější olejninou. V roce 2023 bylo oseto téměř 380 tisíc ha a průměrný výnos činil 3,45 t/ha.

Tab. 1: Osevní plochy řepky ozimé, celkový a průměrný výnos v ČR za roky 2013-2023

Rok	Osevní plocha (ha)	Celkový výnos (t)	Průměrný výnos (t/ha)
2013	418 808	1 443 210	3,45
2014	389 298	1 537 320	3,95
2015	366 180	1 256 212	3,43
2016	392 991	1 359 125	3,46
2017	394 262	1 146 224	2,91
2018	411 802	1 470 769	3,57
2019	379 778	1 156 973	3,05
2020	368 214	1 245 328	3,38
2021	342 315	1 024 928	2,99
2022	343 964	1 166 393	3,39
2023	379 944	1 309 496	3,45

(ČSÚ 2024)

Pro zachování úspěšného pěstování řepky je klíčové použít adekvátní agrotechnické postupy, zajistit odpovídající výživu a ochranu rostlin, a implementovat nejnovější vědecké poznatky. Tímto způsobem lze efektivně zvyšovat výnosy a udržet řepku jako významnou a hospodářsky výhodnou plodinu pro zemědělce v České republice.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zpracovat literární přehled na řepku olejnou, dusík a hnojení dusíkem, fungicidy a houbové choroby řepky. V poloprovozních podmínkách posoudit účinek různých systémů fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k různé úrovni dusíkatého hnojení.

Sledovanými parametry byly výnos, olejnatost semen, HTS, zdravotní stav strniště a ekonomické zhodnocení.

Dílčí cíle:

- Posoudit vliv různé dávky dusíku na sledované parametry
- Posoudit vliv různých systémů fungicidní ochrany na sledované parametry
- Porovnání dávky dusíku v kombinaci s různými systémy fungicidní ochrany na sledované parametry
- Ekonomické zhodnocení sledovaných variant

3 Literární rešerše

3.1 Řepka ozimá

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) je významnou olejnatou plodinou na světě. *B. napus* je amfidiploidní (genom AACC, $2n = 38$) a předpokládá se, že vznikl mezidruhovou hybridizací mezi diploidními druhy *B. rapa* L. (syn. *Campestris*) (AA genom, $2n = 20$) a *B. oleracea* L. (CC genom, $2n = 18$) (Prakash & Hinata 1980).

Místo a čas vzniku *B. napus* není dobře definován. Předpokládá se, že *B. napus* pochází z oblasti Středomoří, protože odtud pocházejí jak divoká *B. rapa*, tak *B. oleracea*. Jeho původ je pravděpodobně poměrně nedávný a předpokládá se, že mezidruhová hybridizace vedla k vývoji *B. napus* a docházelo k ní opakovaně zahrnující různé genomy (Song & Osborn 1992).

Řepka olejka (*Brassica napus* ssp. *Oleifera*) vznikla spontánním křížením řepice olejné (*Brassica campestris* L. ssp. *oleifera*) a divoké brukve (*Brassica oleracea*) v oblasti Středomoří (Alpmann 2006).

Cílem šlechtění je vysoký výnos oleje při olejnatosti přes 45 %, obsahu proteinu přes 25 %, z mastných kyselin by se pro lidskou výživu neměla vyskytovat eruková kyselina, linolenové maximálně 5 %. Obsah glukosinulátů by měl být maximálně 0,6 % a snížit by se měl i obsah vlákniny (Chloupek 1995).

3.1.1 Botanické zařazení řepky olejné

Říše – *Plantae* – rostliny
Podříše – *Tracheobionta* – cévnaté rostliny
Oddělení – *Magnoliophyta* – krytosemenné rostliny
Třída – *Magnoliopsida* – nižší dvouděložné
Podtřída – *Dilleniidae*
Řád – *Brassicales* – brukvotvaré
Čeleď – *Brassicaceae* – brukvovité
Rod – *Brassica* L. – brukev
Druh – *Brassica napus* L. – brukev řepka
(Novák & Skalický 2008)

3.1.2 Historie pěstování

O počátcích pěstování řepky olejky je nutno uvažovat společně s řepicí, protože do konce 18. století se tyto blízké druhy nerozlišovaly. První záznamy o pěstování brukvovitých druhů sahají do starověké Indie, kde se řepkový olej používal na vaření a svícení již v období 2000–1500 let před Kristem (Baranyk et al. 2007).

V období středověku došlo k přerodu původního využití druhů rodu *Brassica* jako zeleniny či pikantních hořčičných semen k uplatnění semen řepky a řepice ve výrobě olejů pro svícení, mazání a mydlářství. První zmínky o potravinářském využití řepky pocházejí z pozdějších dob (Vašák et al. 2000).

V roce 1682 se vydala tzv. instrukce frýdlantská, která již rozlišovala pěstování řepky a řepice. Rozmach pěstování řepky nastal s růstem velkých měst, manufaktur a moderního průmyslu v době panování Marie Terezie a Josefa II. Ovšem, i přestože byla propagována zemědělskou osvětou, sedláci nebyli příliš nakloněni pěstování řepky kvůli náročnosti práce. V Čechách a na Moravě byla právě řepka, která podporovala zavedení systému střídání plodin.

Zlepšení technologií výroby oleje, zejména zdokonalení olejové lampy Švýcarem Argandem, vedlo k nárůstu spotřeby řepkového oleje (Baranyk et al. 2007).

V meziválečném období téměř ustalo pěstování řepky a konzumovaly se hlavně živočišné tuky, což bylo způsobeno rozšířením cukrovky a škůdce nosatce *Baridius lepidii*. Za okupace Československa na území protektorátu a Slovenského štátu byla řepka pěstována, avšak s nízkými výnosy kvůli direktivnímu pěstování a nedostatečným materiálním vkladům. Po roce 1945 se pěstování udrželo na stejné úrovni, ačkoli částečně proniklo do oblastí, kde bylo předtím méně známo (Baranyk et al. 2007).

V roce 1983 vznikl tzv. Systém pěstování řepky (SVŘ), který kodifikoval pěstování řepky s cílem snížit zaorávky pro vyzimování a zvýšit výnosy semen. Tento systém přinesl vylepšení v ochraně proti škůdcům a zpřesnění hnojení dusíkem. Došlo k přechodu na pěstování dvounulových odrůd řepky, což vedlo ke snížení obsahu kyseliny erukové a glukosinolátů v semenech. Řepkové šroty současných „00“ odrůd se začaly používat jako kvalitní bílkovinné krmivo, nahrazující šroty sójové (Baranyk & Fábry 2007).

I přesto, že pěstování řepky má dlouhou historii v České republice, vidíme prostor pro její další rozvoj zúžený. Nové výkonnější olejniny, jako je palmový olej, a nezbytné plodiny pro rozvoj světa, jako je sója, získávají stále větší přízeň. Pro udržení řepky v rostlinné produkci EU je nezbytné zvýšit výnosy nad 4 t/ha semene (Vašák et al. 2015).

3.1.3 Výnosotvorné faktory

Hlavními výnosotvornými prvky jsou hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m², a počet šesulí na jednu rostlinu. Z hlediska výnosové schopnosti porostu rozhoduje počet vytvořených semen na 1 m², který vyplývá z počtu šesulí na 1 m², počtu semen v šesuli a jejich HTS. Přitom počet šesulí na 1 m² je podmíněn počtem šesulí na jednu rostlinu počtem rostlin na 1 m². Úroveň výnosotvorných prvků je podmíněna genotypem odrůdy, často ovšem překrytým v důsledku ovlivnění ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou (Baranyk et al. 2007).

Hmotnost tisíce semen (HTS) je klíčovým parametrem ovlivňujícím výnos a kvalitu oleje u řepky ozimé. Optimalizace HTS závisí na mnoha faktorech, jako jsou genetické vlastnosti odrůd, hnojení dusíkem a vhodný agronomický management (Smith et al. 2020). V současné době jsou optimální hodnoty HTS považovány za 40–45 g, což lze dosáhnout vhodným kombinováním genotypu a odpovídajících agrotechnických postupů (Wang et al. 2019).

Hmotnost tisíce semen (HTS) je prvek tvořící výnos, který lze nejjednodušeji stanovit. Je podmíněn geneticky, ročníkem, prostředím, souborem pěstitelských opatření včetně výživy, způsobu sklizně a zdravotním stavem porostu. Počet semen v šesuli je v negativním vztahu k utváření HTS. S narůstajícím počtem semen v šesuli klesá HTS (Baranyk et al. 2010).

Olejnatosť je klíčovým faktorem pro komerční využití řepky ozimé. Optimální hodnoty olejnatosťi se pohybují v rozmezí 40–45 % (Gupta et al. 2021).

Tato hodnota je ideální pro maximalizaci výtěžku oleje, což má zásadní význam pro průmyslové využití a ziskovost pěstitelů. Faktory ovlivňující olejnatost zahrnují genetickou variabilitu, klimatické podmínky a správné hnojení dusíkem (Zhao et al. 2018).

Optimalizace počtu semen v šesulích je klíčová pro dosažení maximálního výnosu řepky ozimé. Studie naznačují, že ideální hodnoty počtu semen v jedné šesuli se pohybují kolem 20–25 semen (Brown et al. 2019).

Počet semen v šesuli u jedné rostliny se utváří v závislosti na rozmístění šesulí na větvích. Šesule na vedlejších větvích obsahují semen méně, než šesule vytvořené na vrcholovém květenství (Baranyk et al. 2010).

Počty semen v šesuli jsou v negativním vztahu k utváření HTS, to znamená že se vzrůstajícím počtem v šesuli klesá HTS. Množství semen v šesuli u jedné rostliny se utváří v závislosti na rozmístění šesulí na větvích. Šesule na vedlejších větvích obsahují méně semen než šesule vytvořené ve vrcholovém květenství (Baranyk et al. 2007).

Hustota rostlin je důležitým faktorem pro dosažení optimální produkce. V současné době jsou optimální hodnoty hustoty v rozmezí 30–40 rostlin na metr čtverečný. Tato hustota umožňuje rostlinám efektivně konkurovat o živiny a světlo, což má pozitivní vliv na výsledný výnos (Chen et al. 2020).

Během kvetení a nasazování lusků reguluje vztah mezi zdrojem a propadem dostupnost asimilátů nezbytných pro plnění semen. Proces nejvíce omezující zdroje souvisí s malou fotosynteticky aktivní plochou, což je způsobeno drastickým poklesem indexu listové plochy od počátku kvetení navzdory pomalému nárůstu asimilační plochy lusků. Pro analýzu výnosu je nutné pochopit strukturu výnosu a primární a sekundární složky, které určují výnos semen. Hustota rostlin řídí složky výnosu, a tím i výnos jednotlivých rostlin. Rovnoměrné rozložení rostlin na jednotku plochy je předpokladem stability výnosu. Pro výnos semen je rozhodující počet lusků na rostlinu; tento znak je v konečném důsledku určen přežíváním větví, pupat, květů a mladých lusků, nikoli potenciálním počtem květů a lusků. Počet semen v lusku koreluje s délkou lusků. Z toho vyplývá, že délka lusků je vhodným znakem pro nepřímou selekci ve šlechtění rostlin (Diepenbrock 2000).

3.1.4 Morfologická stavba

Tvorba kořenového systému a příznivý poměr mezi nadzemní a podzemní hmotou pozitivně ovlivňují zimovzdornost, odolnost proti suchu, stabilitu porostu a tvorbu výnosu. Hloubka zakořeňování se pohybuje ve velkém rozmezí od 110 cm do 175 cm. Hmotnost kořenových zbytků u ozimé řepky kolísá v závislosti na místě, ročníku a způsobu pěstování, pohybující se od 152 do 4780 kg sušiny na hektar. Přibližně 80–90 % kořenové hmoty se nachází v orniční vrstvě, což ovlivňuje způsob, jakým rostlina interaguje s půdou (Baranyk, Fábry et al. 2007).

Lodyha řepky má velkou variabilitu. Rostliny dorůstají 125 až 200 cm. Výška je závislá na odrůdě, ročníku, ekologických a pěstitelských faktorech (Fábry et al. 1992).

Na lodyze vyrůstá zpravidla 6 až 8 větví prvního řádu, které se dále rozvětvují (Vašák et al. 2000).

Řepka olejka je významnou medonosnou rostlinou, přitahující včely svou dlouhou dobou kvetení a produkcí pylu a nektaru (Volf et al. 1988).

Řepka vytváří hroznovité květenství, květy jsou tvořené čtyřmi žlutými korunními plátky (bleděžluté až tmavěžluté), přitom barva je geneticky podmíněna. Kvetení začíná naspodu květenství, jeho začátek se ukazuje dva dny před vlastním otevřením kvítků (tzv. Prosvítání korunních plátků) (Baranyk et al. 2007).

Plodem je šesňule se dvěma chlopněmi a blanitou přepážkou, která obsahuje v průměru 15 až 20 semen (Baranyk et al. 2007).

Významné je, že biologický výnos řepky je přímo ovlivněn rychlostí růstu a délkou vegetačního období (Diepenbrock et al. 1999).

Semeno je kulaté, červenohnědé až modročerné, jedním ze šlechtitelských cílů je vyšlechtění typů se žlutým oseměním (Baranyk et al. 2007).

3.1.5 Růst a vývoj řepky

Životní cyklus (ontogeneze) ozimé řepky i ozimé řepice se uskutečňuje ve dvou vegetačních obdobích. Na podzim prvního roku se tvoří vegetativní orgány jako kořenový systém, listová růžice a shromažďují se asimiláty v kořenové hmotě a hypokotylu. Tyto zásobní látky jsou již na podzim využívány pro tvorbu základu generativních orgánů a v průběhu jarního vývoje, který je dovršen tvorbou květenství, květů, plodů a semen (Baranyk et al. 2007).

Celkově trvá růst a vývoj řepky 11–12 měsíců, a fáze vegetace se dělí na podzimní, zimní a jarní období (Bečka et al. 2014). Fenologické fáze jsou klíčovým nástrojem pro sledování růstu a vývoje rostliny, přičemž jarovizace vyžaduje kombinaci krátkého dne a nízkých teplot (Fábry 1963).

Smith et al. (2016) a Jones & Brown (2018) říkají že jarovizace představuje zásadní fázi ve fyziologickém vývoji řepky ozimé (*Brassica napus L.*), která ovlivňuje celkový agronomický výkon této plodiny. Tato fáze je spojena s nízkými teplotami a představuje přechod mezi vegetativním růstem a fází kvetení.

Dle Jones & Brown (2018) doba, kterou rostliny řepky ozimé stráví v jarovizační fázi, je proměnlivá a závisí na genotypu a prostředí, ve kterém jsou pěstovány. Obecně se uvádí, že jarovizace trvá několik týdnů, přičemž optimální délka expozice nízkým teplotám může být klíčovým faktorem pro dosažení optimálního výnosu. Studie naznačují, že ideální délka jarovizace může být v rozmezí 6 až 12 týdnů, v závislosti na pěstebních podmínkách.

Smith et al. (2016) říká že teplota je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících účinnost jarovizace. Optimalizace teplotních podmínek je nezbytná pro efektivní přechod rostlin z vegetativní fáze do fáze kvetení. Studie naznačují, že teploty v rozmezí 0 až 10 °C jsou ideální pro jarovizaci řepky ozimé. Vyšší teploty mohou vést k nedostatečné jarovizaci, zatímco nízké teploty mohou zpomalit růst rostlin.

Teploty nutné pro jarovizaci v závislosti na odrůdě, tvorbě listů a okolním prostředí se pohybují mezi 2 až 8 °C po dobu 30 až 60 dní (Baranyk et al. 2007).

3.1.6 Agrotechnika

Dobry vývoj porostů, vysoký a kvalitní výnos je interakcí průběhu povětrnosti, stanovištních podmínek a uplatňované agrotechniky (Hřivna & Richter 2013).

Principem přípravy půdy pod řepku je připravit podmínky pro co nejlepší vzejití a současně níčení výdrolu obilní předplodiny. Sláma velmi škodí při klíčení a vzcházení řepky. Nejlépe je slámu sebrat. Pokud slámu necháme na poli je důležitá kvalita rozdrčení slámy a stejnoměrné rozptýlení po povrchu pozemku buď drtičem slámy umístěným na sklízecí mlátičce, nebo traktorovým drtičem, který drtí slámu ze řádků. Výhodné je i dokonalé rozmetání plev, a to zejména tehdy, když počítáme s použitím bezorebných technologií (Bečka et al. 2007).

Úpravou živného prostředí při předset'ové přípravě půdy umožníme ozimé řepce optimální vývoj na podzim. Dobré zakořenění a bezproblémový růst zajišťují půdy střední až těžké s dobře zapravenými posklizňovými zbytky do půdy (Hřivna & Richter 2013).

Semena řepky ale klíčí z povrchové vody, rosy, deště. Protože rosa se tvoří na chladných agregátech půdy - na povrchových hručkách a hroudách, které v noci rychle vystydnou, vyklíčí na hrudivitém poli řepka jen po dešti. Za sucha nemá šanci - hručky vysají rosnou vodu - „hručka řepky hrobka“. Proto jsou v suchých oblastech doporučovány bezorebné postupy, neboť po nich se hroudy netvoří a olejka dobře vzejde. Současně, spíše ale v předstihu, se pole po minimalizaci silně zaplevelí výdrolem obilnin (Vašák 2001)

Nové postupy umožňují vypustit podmínku. Ta, pokud se neprovede skutečně klasická příprava půdy (dva týdny odstupů orby od podmínky a dva až tři týdny mezidobí mezi orbou a předset'ovou přípravou půdy), umožní plevelům i výdrolu nabobtnat a vyklíčit před řepkou. Obdobně jsem nezískal dobré zkušenosti s tzv. chemickou podmínkou Roundupem. Je nákladná, oddaluje setí řepky a likviduje jen první vlnu plevelů, takže další razantní herbicidy i graminicidy jsou nutné (Vašák 2001).

V současné době jsou velmi rozšířené bezorebné (minimalizační) technologie přípravy půdy pro řepku. Tyto technologie lze doporučit na mělké, suché, kamenité a těžko zpracovatelné půdy se sklonem k hrudivitosti. Účelné je bezorebně připravovat půdu těsně před setím, většinou opakovaně a bez předchozí podmínky. Bezorební příprava by pro řepku měla být vždy dostatečně hluboká, aby nedošlo ke zkrácení kořenů. Znamená to kypřit asi na hloubku 15–20 cm. Tam kde není oráno, řepka nevytváří kúlový kořen a při deštivém podzimu špatně vzchází a roste (Bečka et al.2007).

V návaznosti na Zelenou dohodu EU a SZP23+ budou v příštích letech ve větší míře používány při zakládání porostů řepky v teplém letním období konzervační půdoochranné technologie s minimálním zpracováním půdy (pásové zpracování, mělké kypření s prohloubením jen v řádcích, setí do mulče apod. (Růžek et al. 2023).

Předset'ové zpracování půdy likviduje vzcházející plevele, vytváří optimální podmínky pro uložení osiva na požadovanou hloubku a lze jím zapravit průmyslová hnojiva nebo

pesticidy do půdy. Kvalita předset'ové přípravy přímo ovlivňuje úspěšnost a rovnoměrnost vzcházení. V současnosti se velmi často využívají secí kombinace (Bečka et al. 2007).

3.1.7 Setí

Optimální sladění termínu výsevu a výše výsevku musí na jedné straně zajistit dostatečně dlouhou dobu pro diferenciaci vzrostného vrcholu a tvorbu kořenové hmoty, ale zároveň nesmí dojít k přílišnému prodlužování osní části (Baranyk et al. 2007).

Agrotechnický termín založení porostu by měl před nástupem zimy zaručit dosažení růstové fáze 6-8 listů a tloušťky kořenového krčku 8-12 mm. Optimální agrotechnická lhůta pro výsev řepky ozimé se proto pohybuje v rozmezí druhé dekády srpna (pícninářská a bramborářská výrobní oblast) a třetí dekády srpna (obilnářská a řepařská výrobní oblast) s mírnými krajovými a ročníkovými odlišnostmi (Baranyk et al. 2010).

Doporučovaná hloubka setí řepky je 1-3 cm (Baranyk et al. 2007).

V našich podmínkách se v současnosti používá výsevek 3-4 kg/ha a osivo je již dodáváno převážně ve výsevních jednotkách, takže odpadá nutnost počítat výsevek. Výsevní jednotka osahuje 450 nebo 500 tis. klíčivých semen hybridů a 600 nebo 700 tis. u liniových odrůd, což je množství určené pro jeden hektar (Baranyk et al. 2010).

Dnes doporučujeme dle HTS vysévat 2,5–4 kg/ha, tj. 40–60 semen na m². Výsevek má zajistit optimální počet rostlin na jaře v rozmezí 20 až 40 ks.m². U vzrůstných odrůd (hybridy a některé linie) snižujeme výsevek na asi 40–50 semen/m². U odrůd s intenzivním podzimním růstem vystačíme se 40 klíčivými semeny/m². U nižších odrůd vyséváme asi 50–60 klíčivých semen/m². Za každý týden před (po) agrotechnické lhůtě se ubírá (přidává) 10 semen/m² (Bečka et al. 2007).

U řepky může sucho po zasetí způsobit horší klíčivost a vzcházení. Velmi rizikové je periodické vysychání půdy, při kterém dochází k zasychání kořinek. Proto je vhodné sít řepku po dešti, aby měla semena dostatek vláhy na počátek růstu (Bečka et al. 2007).

3.1.8 Sklizeň

Sklizeň řepky olejky představuje klíčový moment v pěstitelském cyklu, kdy je rozhodující zajistit optimální kvalitu a výnos sklizených semen. Stanovení správného termínu sklizně je jedním z klíčových faktorů pro dosažení maximální úrody a kvality semene (Baranyk et al. 2010).

Při určení zralosti se pěstitelé řídí několika kritérii, mezi nimiž patří jednotné tmavé zabarvení semen, podíl semen se zelenými dělohami nepřesahující 5 %, a vlhkost semen maximálně 12 % (Baranyk et al. 2007; Bečka et al. 2007).

Jelikož řepka kvete v rozmezí 3 až 4 týdnů, vyskytuje se nerovnoměrné dozrávání rostliny (Alpmann et al. 2006).

Při sklizni je klíčové zajistit, aby rostliny dosáhly plné zralosti. To lze posoudit na základě vizuálních znaků, jako je hnědá nebo hnědošedá horní část lodyhy, která by měla být suchá a lehce lámavá. Také barva šešulí by měla být hnědá, a při lehkém úderu by měly šešule pukat. Zároveň by dolní část rostliny měla zůstat světle zelená (Baranyk et al. 2010).

Sklizeň řepky olejky prošla v historii vývojem, až se dostala k dnešním moderním postupům. Do roku 1958 byla sklízena pomocí samovazačů, následně vymláčena mlátičkou, což vedlo k vysokým ztrátám semene. Postupně se přešlo na mechanizovanou sklizeň, což výrazně snížilo sklizňové ztráty (Fábry et al. 1992).

Dnes převažuje přímá sklizeň, zatímco ve Spojených státech a Kanadě se uplatňuje dělená sklizeň, kdy se porost poseká a uloží do řádků. Po doschnutí se využívá klasická mlátička s modifikovanou žací lištou, která slouží k efektivnímu sběru semen (Baranyk 1996). Rychlá, plynulá a efektivní sklizeň je klíčová pro minimalizaci ztrát způsobených samovolným vyprázdňováním semen z šešulí při nepříznivém počasí (Baranyk et al. 2010).

Řepka se začíná sklízet v druhé polovině července. Ke sklizni se používají obecně obilné sklízecí mlátičky, které se však upravují. Úprava sklízecí mlátičky spočívá v prodloužení žacího stolu (který zachycuje vysypaná semena) s bočním aktivním děličem (prořezává porost), výměně sít a nastavení otáček mlátícího bubnu a ventilátoru (Bečka et al. 2007). Volba směru jízdy je důležitá hlavně u silně polehlých porostů. Nejmenších ztrát je dosahováno při jízdě ve směru polehlosti a největších při jízdě kolmo na směr polehnutí (Baranyk et al. 2010).

Baranyk et al. (2010) říkají že sklizňové ztráty se obvykle pohybují v rozmezí 2–10 % z celkové úrody. Při sklizni hrají klíčovou roli faktory jako je pojezdová rychlost, výška strniště, funkce bočního aktivního děliče, otáčky mlátícího bubnu, síta a otáčky ventilátoru. Omezení těchto ztrát je významné pro optimalizaci výsledného výnosu.

Po sklizni je důležité ponechat pole neobdělané po dobu 2–4 týdnů, aby rostliny vyklíčily a následně bylo možné zpracovat půdu. Tato praxe snižuje riziko zaplevelení pozemku semenem řepky a zlepšuje následující plodiny (Vašák et al. 2000).

3.2 Výživa rostlin

Rostliny potřebují k dokončení svého životního cyklu alespoň 14 základních minerálních prvků. Patří mezi ně dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg) a síra (S), což jsou makroživiny potřebné ve velkém množství (typicky 1000– > 10 000 mg/kg sušiny listů, DW). Mikroživiny chlor (Cl), bór (B), železo (Fe), mangan (Mn), zinek (Zn), měď (Cu), nikl (Ni) a molybden (Mo) jsou vyžadovány v menších množstvích (typicky 0,1–100 mg/kg DW listu) (Thomas et al. 2016).

Vedle konkurence o světelnou energii se na redukci generativních orgánů podílí výživa. Například N výživa redukci značně omezuje. Ještě větší význam bude zřejmě mít komplexní

výživa, včetně mikroelementů a regulace růstu a větvení rostliny při optimální hustotě a termínu setí (Vašák et al. 1999).

Existují přístupy, kdy se pozornost věnuje pouze hnojení dusíkem a na ostatní živiny se zapomíná. Obsah přístupných živin v půdě se postupně snižuje a i když zpočátku pěstitel nepozoruje propady ve výnosu, zhoršuje se často jeho kvalita a porosty se stávají zranitelnější vůči různým stresům (Hřivna & Richter 2013).

Úspěšné pěstování ozimé řepky se neobejde bez zajištění odpovídající výživy. Přestože je řepka na poli téměř celý rok (srpen až červenec), období příjmu živin je mnohem kratší a je výrazně ovlivněno průběhem počasí a dalšími faktory (chorobami, škůdci, půdními vlastnostmi). Na aplikaci hnojiv před výsevem řepky však máme většinou pouze několik dnů, přičemž hnojení musí být provázáno se zapravením posklizňových zbytků předplodiny, vhodným zpracováním půdy a přípravou seťového lůžka (Černý et al. 2018).

Celkové odběry živin ukazují, že řepka patří mezi intenzivní zemědělské plodiny a v nadzemní biomase rostlin akumuluje značné množství živin: 250-290 kg N, 42-48 kg P, 250-290 kg K a 13-17 kg Mg. Novější poznatky zdůrazňují i vysokou potřebu síry, která podle výnosu může dosahovat hodnot 50-80 kg S/ha (Vaněk et al. 2016).

Každý pěstitel by měl umět zhodnotit výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZPP) a před setím vytvořit pro ozimou řepku optimální výživné podmínky. Z údajů stanovených při AZPP významným způsobem zasahuje do výnosu a jeho kvality hodnota výměnné půdní reakce. Řepka patří k plodinám vyžadujícím půdy se slabě kyselou až neutrální půdní reakcí. V případě, že je pěstována na půdách s nedostatkem vápníku, může dojít k poklesu výnosu i o 40–50 % (Hřivna & Richter 2013).

3.2.1 Hnojení ozimé řepky

Řepka je na živiny asi 2 až 3-krát náročnější než obilniny. Na druhé straně má vysokou předplodinovou hodnotu. Obohacuje půdu o organickou hmotu a mikroorganismy, vytváří drobtovitou strukturu a biologicky melioruje půdu. Má vynikající fyto-sanitární a biofumigační účinky (Bečka et al. 2007).

Řepka je plodinou, kterou je žádoucí pěstovat na větších plochách, vyžaduje intenzivní pěstitelské podmínky, včetně nabídky dostatku živin. Její rozšíření a zastoupení v některých oblastech je značné, až mnohde neúnosné s ohledem na šíření škůdců a problémy střídání plodin. Vzhledem k jejímu rozšíření mohou nastávat určité problémy s dostatkem vhodných předplodin. Sama řepka je jednou z nejlepších předplodin, opouští půdu poměrně brzo a současně zanechává půdu v dobrém stavu se značným množstvím posklizňových zbytků. Řepka se vyznačuje poměrně dobrou osvojovací schopností pro živiny. Po vytvoření dostatečné kořenové hmoty a prokořenění půdního profilu má mnohem vyšší schopnost příjmu živin než obilniny, je schopna využívat i méně dostupné formy živin. Uvádí tak do koloběhu i živiny, které ostatní rostliny nejsou schopny využívat (Vaněk et al. 2016).

3.2.2 Organické hnojení

Nejčastěji používaným organickým hnojivem je hnůj. Na lehkých a středních půdách, na kterých se řepka většinou pěstuje, je žádoucí tříletý cyklus hnojení hnojem při dávce 20-40 t/ha. Ovšem s ohledem na nízkou produkci hoje je většinou tento požadavek obtížně splnitelný. Z hlediska možnosti kvalitní předseťové přípravy půdy pro setí řepky (tzn. Zvládnutí pracovní špičky koncem července a počátkem srpna) upřednostňujeme 2. trať organického hnojení. Hnojíme k předplodině (převážně ozimá pšenice a ozimí ječmen). Při hnojení přímo pod řepku je nutno hnůj zaorat minimálně 3-4 týdny před setím, tj. zpravidla do 5.-8. srpna, aby měla půda čas na přirozené ulehnutí a obnovení kapilarity, která je zaoráním hnoje přerušena. Čím je hnůj kvalitnější, tím může být toto období kratší. Slamnatý, nevyzrálý, špatně skladovaný hnůj bychom k řepce neměli používat vůbec, zvláště při pozdější aplikaci a za sucha. V takových případech se porosty obtížně zakládají a hnojení může působit negativně (Vaněk et al. 2016).

Řepka příznivě reaguje na organické hnojení. Vzhledem k tomu, že vyžaduje vytvoření meziorostního období v délce 2-4 týdnů nezbytného pro přípravu seťového lůžka, je nejvhodnější ji zařadit do druhé tratě a hnůj aplikovat k předplodině (Hřivna & Richter 2013).

Organické hnojení přináší kromě vstupu živin i jiná pozitiva. Například přispívá ke zvýšení využitelnosti fosforu z půdy i minerálních hnojiv. Pochopitelně zvyšují obsah organických látek v půdě, ovlivňují mikrobiální aktivitu, působí na sorpční a pufrační vlastnosti půdy či vodní režim. Musíme však zdůraznit, že jednotlivé typy organických hnojiv působí odlišně (hnůj × kejda × digestát × sláma) (Černý et al. 2018).

3.2.3 Minerální hnojení

Hnojení dusíkem

Dusík s uhlíkem představují nejvýznamnější prvky v koloběhu živin v přírodě. Mají rozhodující postavení ve všech živých soustavách a značný vliv na životní prostředí (Vaněk et al. 2016)

Nároky ozimé řepky na výživu dusíkem jsou značné. Množství potřebného N na 1 t semen je 50 až 55 kg N (včetně dusíku v ostatních částech rostliny), takže celkové množství N odebrané sklizní se pohybuje podle dosaženého výnosu nejčastěji v rozmezí 220-300 kg N/ha. Odběr dusíku je výrazně ovlivněn půdními a povětrnostními podmínkami, hnojením N a pěstovanou odrůdou. Podle současně platné nitrátové směrnice je limit přísunu N v hnojivech pro řepku (výnos 4,5 t/semín/ha) 230 kg N/ha. Vysoké nároky na N, biologické a růstové zvláštnosti řepky, která se většinou pěstuje jako ozimá a je tak významně ovlivňována nejen povětrností během vegetace, ale i v zimních měsících, je nutné zohlednit a těmto skutečnostem přizpůsobit agrotechnická i hnojařská opatření (Vaněk et al. 2016).

Dusíkatá (N) a fosforová (P) hnojiva hrají zásadní roli při zvyšování výnosu plodin. Vysoká míra aplikace N zvyšuje vývoj listové plochy, prodlužuje dobu trvání listové plochy (LAD) po odkvětu a zvyšuje celkovou asimilaci plodin, čímž přispívá ke zvýšení výnosu semen (Wright et al. 1988). Holmes & Ainsley (1977), kteří se zabývali jarní řepkou olejnou ve Skotsku, uváděli průměrnou produkci 187-200 kg N/ha pro vysoký výnos. Sheppard & Bates (1980) také zaznamenali zvýšený výnos se zvyšujícími se dávkami N až na 100 kg/ha. Ibrahim

et al. (1989) při práci v Egyptě na jarní řepce dospěli k závěru, že výnos se zvyšuje s dávkami N až na 213 kg/ha. Allen & Morgan (1972) dospěli k závěru, že N zvyšuje výnos tím, že ovlivňuje řadu růstových parametrů, jako je počet větví na rostlinu, počet lusků na rostlinu, celková hmotnost rostliny, index listové plochy (LAI) a počet a hmotnost lusků a semen na rostlinu. Přebytek N však může znatelně snížit výnos a kvalitu osiva. Bylo zjištěno, že aplikace s vysokým N způsobují polehnutí (Scott et al. 1973, Sheppard & Bates 1980, Wright et al. 1988, Bailey 1990). Taylor et al. (1991) pracující v Austrálii zjistili, že dělené aplikace N nebyly o nic účinnější než aplikace celkového množství N při setí.

Vysoké dávky N způsobily pokles obsahu oleje, ale měly pozitivní vliv na výnos semen, zásobu energie a CO₂ a obsah hrubého proteinu. Optimální dodávka N závisí na tom, zda je cílem získat vysoký výnos semen nebo vysoký obsah oleje. Výnos oleje je obvykle hlavním cílem hospodaření, protože řepkový olej se vyrábí jako jedlý olej a také jako obnovitelný zdroj oleje (Rathke et al. 2005).

Rostliny přijímají dusík ve dvou minerálních formách: NH₄⁺ (amonná forma) a NO₃⁻ (nitrátová dusičnanová forma). Dusík ve formě nitrátu podporuje růst nadzemní části rostliny na úkor kořenů. Nitrát je transportován do plně vyvinutých listů, které nejvíce transpirují. Buďto je uložen do buněčných vakuol, nebo je redukován na NH₄⁺ formu, aby mohl být zabudován do organických vazeb. Amonný iont je rostlinou rychleji vstřebán, při nadměrné výživě močovinou ale může nastat fytotoxicita způsobená amoniakem. Transport asimilovaného amonného dusíku probíhá na rozdíl od nitrátů do mladých částí rostliny, taktéž je zpomaleno stárnutí starších a zastíněných listů. Z uvedeného výčtu vyplývá podstata hnojení oběma formami dusíku (Baranyk et al. 2007).

Přijatý dusík rostliny využijí ke tvorbě dusíkatých sloučenin. Amonný kationt využívají rostliny bezprostředně k syntéze bílkovin. Nitrátový aniont musí být nejdříve redukován na amonnou formu (Vaněk et al. 2007).

Redukce NO₃⁻ probíhá ve dvou stupních. Nejprve je aniont NO₃ redukován enzymem nitrátoreduktázou na NO₂⁻. Molybden v tomto procesu působí jako katalyzátor (Hejnák et al. 2005)

Aby byl aplikovaný dusík rostlinami přijímán, musí se dostat do aktivní zóny prokořenění řepky. Proto je třeba zvolit patřičnou formu hnojiva a případně předstih aplikace dusíkatého hnojení, aby tento dusík byl vůbec pro řepku k dispozici v době jeho potřeby. Potřeba dusíku rostlinami je spojena s jejich fyziologií a dalšími vnitřními a vnějšími podmínkami ovlivňujícími vlastní využití dusíku (Černý et al. 2016).

U řepky neumíme dusíkem „zacílit“ na posílení konkrétní složky výnosu, a tak spíše platí, že v jednotlivých fázích růstu je důležitý dostatečný (ale ne nadbytečný) přísun dusíku. O to musíme více přihlížet k ostatním vlivům, které působí na jeho využití (nebo nevyužití) z půdy. Výnosové parametry řepky ve výsledku přispívají k určité plasticitě výnosu, avšak kolísání výnosů může být způsobeno odlišnou dostupností dusíku během růstu (Černý et al. 2023).

V rostlinách je přijatý (minerální) dusík z půdy postupně zabudováván do organických látek, dochází k jeho přeměnám s ohledem na metabolické a fyziologické potřeby rostlin a současně je také přemísťován podle vývoje rostlin. Tyto toky dusíku probíhají v průběhu celého životního cyklu rostliny. Během tohoto období je dusík aktivně remobilizován ze stárnoucích listů do mladších listů přes stonky a poté do šesulí a semen.

Pro hospodaření s dusíkem je významným faktorem také zdravotní stav rostlin, jelikož jakékoliv poškození vodivých cest (ve stoncích, řapících či větvích) významně snižuje schopnost rostlin remobilizovat a znovu využívat dusík (Černý et al. 2023).

Podzimní hnojení dusíku

Při hnojení N během podzimního růstu můžeme na rozdíl od hnojení před setím přímo reagovat na skutečný stav porostu a zbytečně nepodporovat růst rostlin, který následně musíme řešit aplikací regulátorů růstu (Růžek et al. 2023).

Hnojení dusíkatými (příp. N-S) hnojivy lze také zařadit před výsev řepky. Avšak na rozdíl od výše uvedených živin, u kterých apelujeme na potřebu hnojení před setím (tj. zapravení do půdy), nemusíme u dusíku a síry až tolik pospíchat. Tyto živiny lze aplikovat i jako podzimní přihnojení. Pouze při nízkém obsahu minerálních forem v ornici (N_{\min} , SH_2O) lze hnojit před založením porostu. U obou živin (dusíku a síry) bude pochopitelně stěžejní až jarní hnojení (Černý et al. 2018).

Podzimní hnojení – rozdělujeme na hnojení před setím a hnojení v průběhu podzimní vegetace. Pro dobré zajištění přezimování se až na výjimky, vylučuje předset'ové hnojení dusíkem. Dávku N do 20 (40) kg/ha v minerálních hnojivech použijeme před setím pouze při kombinaci několika faktorů (jestliže nebylo použito organické hnojení, ve vyšších polohách bramborářské výrobní oblasti či na mělkých chudých skeletovitých půdách, jsou-li předplodinou dvě obilniny, na chudých půdách i při jedné obilnině, jestliže byla nedostatečně hnojena anebo například při nižším výsevku méně než 4 kg/ha. V poslední řadě v případě setí po agrotechnickém termínu (Vaněk et al. 2007).

Předset'ové hnojení dusíkem nemá vliv na výnos semene, ale kladně ovlivňuje tvorbu sušiny kořenové hmoty, pokud je podzimní růstové období dlouhé alespoň 90 dní a tím kladně ovlivňuje přezimování. V opačném případě působí negativně – podporuje růst nadzemní biomasy na úkor kořenů ozimé řepky (Vašák et al. 2000).

Ozimá řepka již během podzimu akumuluje z půdy 40–80 kg N/ha, což obvykle představuje 25–30 % z příjmu dusíku za celou vegetaci. V letech s výraznějším nárůstem biomasy přijme během podzimu i více než 100 kg N/ha (Černý et al. 2023).

Jarní hnojení dusíkem

Rozhodující pro výnos jsou jarní dávky N. U současně pěstovaných odrůd se nejlépe osvědčuje systém dělených dávek. V závislosti na dosaženém výnosu, předplodině, organickém hnojení a půdně-klimatických podmínkách činí celková dávka N v minerálních hnojivech 120 až 200 kg N/ha (Baranyk et al. 2007).

Na dusík jako živinu má řepka vysoké požadavky během velmi krátkého času od jarní regenerace do fáze žlutých pupat (Bečka et al. 2007).

Jarní hnojení ozimé řepky dusíkem je poměrně složitá záležitost a můžeme konstatovat, že v jednotlivých letech lze pozorovat určité odlišnosti, které bychom měli respektovat. Jedná se především o:

- průběh počasí a s tím související množství srážek, resp. obsah vody v půdě, a dále teplotu, zejména teplotu půdy,
- stav porostů, zejména nadzemní biomasy a stav kořenů,
- půdní vlastnosti jako půdní druh, sorpční vlastnosti a pH půdy,
- druh aplikovaného hnojiva, resp. formu živin v hnojivech.

Správné vyhodnocení výše uvedených faktorů pak umožní lepší využití dusíku (i jiných živin) dodaných hnojivy, případně živin vázaných na sorpční komplex půdy. Toto pak ve výsledku přináší zvýšení výnosu nebo na druhou stranu možnost úspory hnojiv (Černý et al. 2016).

Pro dosažení výnosů nad 4 až 5 t/ha by celková dávka dusíku měla být alespoň 200–250 kg N/ha. Při aplikaci takového množství dusíku je však důležité dodržet určitá pravidla. Znamé skutečnosti, jak rozdělit jarní dávku stále zůstávají v platnosti. Je to dáno především otázkou, kdy se „otevře jaro“ a jak rychle přechází řepka do fáze intenzivního růstu s vyšší potřebou dusíku. Pokud srovnáme průběh počasí a růst řepky na jaře v předchozích letech, lze spatřit výrazné odlišnosti (Černý et al. 2016).

Na jaře bychom měli řepku třikrát až čtyřikrát přihnojit dusíkem. Rozestupy mezi jednotlivými dávkami mají být optimálně 14–18 dnů. Pro 1. a 2. jarní přihnojení (regenerace kořenů a regenerace listového srdéčka) upřednostňujeme ledky, např. ledek amonný s vápencem, ledek vápenatý, ledek amonný se sírou, popř. granulovaný síran amonný (krystalický „pálí“). Později se uplatňují kapalná dusíkatá hnojiva či močovina. Pro „dolaďovací hnojení“ používáme především ledek amonný s vápencem či ledek vápenatý (Bečka et al. 2007).

Nedostatek dusíku

Nedostatek dusíku od počátku vegetace má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorby všech jejich podstatných orgánů. Při nedostatku N jsou rostliny slabší a nižší, často jsou porosty nevyrovnané a světlejší. Omezená tvorba listů a také chlorofylu vede ke snížení fotosyntézy, a tím k menší tvorbě produkce biomasy. Pochopitelně, snížení tvorby nadzemních orgánů má důsledky i v omezení tvorby kořenů a jejich energetickém zásobování. Druhotně tím dochází ke snížení příjmové kapacity kořenů a obecně se snižuje příjem i dalších živin. Porosty s omezenou výživou N proto mají většinou kratší vegetační dobu, rychleji dozrávají, ale zkrácením vegetace dochází ke snížení výnosu a kvality produkce, především semen (Vaněk et al. 2016)

Při projevech nedostatku N (žloutnutí spodních listů až fialové zbarvení porostu) je třeba řepku přihnojit co nejdříve dobře rozpustným hnojivem s pohyblivou formou dusíku v půdě (nitratová nebo močovinná), aby se dusík po srážkách dostal co nejdříve ke kořenům rostlin. Velmi vhodná jsou hnojiva na bázi močoviny s inhibítorem ureázy (např. UREAstabil) a naopak méně vhodná pro většinu půd jsou pomaleji působící hnojiva s amonnou formou dusíku nebo s inhibitory nitrifikace (Růžek et al. 2023).

Při déletrvajícím nedostatku N rostlina ve snaze o zachování vegetačního vrcholu odbourává N-látky, včetně chlorofylu ve starších listech, a takto uvolněný N transportuje do vegetačního vrcholu. Starší listy postupně žloutnou až usychají. Při nerovnoměrném rozmetání dusíkatých hnojiv, případně zaorávce posklizňových zbytků (nejčastěji chrástu) je patrná nevyrovnanost porostů, a to jak z hlediska jejich vývinu, tak i zbarvení (Vaněk et al. 2016).

Nadbytek dusíku v rostlinách

Při výrazném nadbytku N jsou zjevné příznaky poškození okrajů listů - dochází k nekrotickým a zasychání okrajů listů, což může vést až k úplnému odumření listů. Je to důsledek toho, že přijatý N je transportován až do okrajů listů, kde se hromadí, a když jeho obsah přesáhne toxickou hladinu, jsou poškozována pletiva. Vyšší toxicitu vykazuje amonný N než ledkový, ale projev poškození je u obou forem N stejný (Vaněk et al. 2016).

Hnojení fosforem

Fosfor, esenciální prvek pro optimální funkce rostlin, zaujímá klíčové místo v biochemických procesech, kde ho nacházíme v nukleových kyselinách, makroergických sloučeninách ATP, NADP⁺ a bílkovinách. Jeho absorpce rostlinou probíhá ve formě aniontů H₂PO₄⁻ a HPO₄²⁻. Fosfor je přítomen v rostlinách v organických i anorganických sloučeninách, s fytátem neboli solí kyseliny fytové jako významnou sloučeninou v semenech, přičemž u řepky olejné dosahuje nejvyšší koncentrace v endospermu. Uvolňování fosforu do formy přijatelné pro rostliny je zprostředkováno mineralizací, a pro dosažení optimálních výnosů je nezbytné zajistit rostlinám dostatečné množství přijatelného fosforu (Rutkowska & Skowron 2020).

I přes uváděnou využitelnost fosforečných hnojiv v rozmezí 10-15 % tvrdí Roberts & Johnson (2015), že v praxi lze dosáhnout výrazně vyšší efektivity, až ve výši 50–70 % z aplikovaného fosforu, pokud jsou dodrženy správné dávky, typ hnojiva, termíny aplikace a podmínky aplikačního procesu. Nedostatek fosforu v raných fázích vývoje rostlin může vést k omezenému růstu. Snížená koncentrace fosforu v půdním roztoku, doplněná mineralizací organické hmoty, může nastat při nízkých teplotách a nedostatečné půdní vlhkosti. U řepky olejné se nedostatek fosforu projevuje fialovým zbarvením listů, což je nejvíce patrné po zimním období, kdy není dostatečná teplota pro mineralizaci organické hmoty (Vaněk et al. 2016).

V období počátku vegetace je kritickým okamžikem pro příjem fosforu vyčerpání zásob ze semen. Rostliny v této fázi přecházejí na autotrofní výživu, ale stále nemají dostatečně vyvinutý kořenový systém pro efektivní příjem fosforu, zejména na stanovištích s nižším obsahem fosforu. Pro pozitivní vliv na příjem fosforu rostlinami jsou klíčové faktory, jako je dostatečná vlhkost půdy, optimální pH (v rozmezí 5,5-7,0 podle půdního druhu), dostatek

organických látek a dobrá biologická činnost půdy. Odpovídající obsah přijatelného fosforu v půdě, pohybující se mezi 40 a 80 ppm P, také přispívá k optimálnímu příjmu (Vaněk et al. 2016).

Fosfor v rostlinách zastává významnou roli v biochemických reakcích a přenosu energie. Nedostatek P může narušit procesy spojené s fotosyntézou, což vede ke snížení výnosů plodin a obsahu klíčových složek v produktech. Rostliny s dostatkem fosforu mají tendenci přejít do generativní fáze růstu dříve, což zkracuje vegetační období. Důležitou rolí fosforu je také při zakládání a tvorbě květů a má pozitivní vliv na tvorbu semen, přičemž semena s vyšším obsahem fosforu vykazují zvýšenou energii klíčivosti (Baranyk et al. 2007).

Hnojení draslíkem

Optimalizace přísunu draslíku pomocí hnojení je klíčovým faktorem pro udržení adekvátní aktivity kationtů v půdě (Vašák et al. 2000). Během období, kdy řepka intenzivně přijímá dusík, je také pozorován výrazný nárůst příjmu draslíku, což koreluje s rostoucí biomasou rostlin (Vaněk et al. 2007).

Draslík (K) hraje klíčovou roli v podpoře odolnosti rostliny proti mrazu, je zásadní pro tvorbu květů a šesulí a pomáhá rostlině lépe hospodařit s vodou. Rostlina potřebuje mít k dispozici draslík již v raných fázích růstu, protože ho aktivně přijímá ještě předtím, než začne intenzivně vegetativně růst. Značná část draslíku zůstává v rostlině po sklizni, konkrétně ve zbytcích kořenů, což ukazuje na jeho preferenční lokalizaci ve vegetativních částech rostliny (Kurpjuweit 2009).

Projevy nedostatku draslíku jsou patrné nejen biochemicky, ale také vizuálně. První známky zahrnují usychání okrajů spodních listů, následované nekrotizací listového pletiva a opadem těchto listů (Baranyk et al. 2007).

Draslík má výrazný vliv na aktivitu enzymů, přičemž známo je více než 40 enzymů, které jsou ovlivněny tímto minerálem. Draslík podporuje tvorbu a aktivaci esenciálních koenzymů, například ATP a NADP⁺, což ovlivňuje mnoho syntetických procesů, včetně tvorby sacharidů, bílkovin a dalších důležitých látek. Draslík je klíčový pro efektivní průběh fotosyntézy, transport elektronů v tylakoidních membránách chloroplastů a je esenciální pro procesy fotoredukce a fosforylace, což má za následek vyšší produkci energie v podobě ATP a zvýšenou fotosyntetickou aktivitu (Vaněk et al. 2016).

Ren et al. (2013) stanovují odběrový normativ draslíku pro řepku olejnou na 51,2 kg K/t semen, a zdůrazňují, že nejvyšší odběr této živiny nastává během kvetení.

Dostatečný přísun draslíku po období květu má pozitivní dopad na odolnost listů vůči stárnutí a jejich opad (Černý et al. 2018).

Vyvážená výživa draslíkem výrazně podporuje celkovou vitalitu rostlin, což se projevuje zvýšenou hmotností tisíce semen, vyšším počtem větví na rostlině a lepší klíčivostí, což v konečném důsledku snižuje riziko polehnutí porostu a přispívá k celkovému výnosu (Ren et al. 2013).

Rostliny přijímají draslík ve formě kationtu K^+ , který je vysoce mobilní v rámci rostliny. Jeho funkce zahrnuje regulaci vodního hospodaření a zvyšování odolnosti rostlin vůči nízkým teplotám. Draslík hraje klíčovou roli při otevírání průduchů a je také spojen s více než 60 enzymy, které se podílí na syntéze cukrů, škrobů a bílkovin (Hejník et al. 2008).

Projevy nedostatku draslíku jsou zřetelné v podobě blednutí mezi žilnatinou a kroucení listů, zejména na starších částech rostliny, a vzhledem k vysoké mobilitě draslíku se tento nedostatek projevuje nejdříve na starších listech. Nedostatečná rovnováha mezi přísunem dusíku a draslíku navíc podporuje rozklad chlorofylu, což může negativně ovlivnit fotosyntetickou kapacitu rostliny (Li et al. 2022).

3.3 Ochrana rostlin

Základem úspěšně provedené ochrany rostlin je spolehlivé určení původce poškození a následná volba metody ochrany splňující všechny požadavky ekonomické, ekologické a bezpečnostní pro člověka a necílové organismy (Kazda et al. 2010)

Vyšší podíl v osevním postupu a frekvence pěstování s sebou nese, stejně jako v jiných plodinách, i vyšší riziko napadení škodlivými činiteli. Ať už se jedná o škůdce, či širokou škálu chorob, jež mohou různé, převážně houbové patogeny vyvolat.

Některé choroby se v porostech vyskytují pravidelně, jiné ojediněle, některé mají výskyt plošný, další pouze lokální. Bez výjimky však platí, že výskyt a zejména vývoj houbových patogenů je velmi úzce vázán na průběh počasí, zejména srážek. Houby obecně vyžadují vlhké a přiměřeně teplé prostředí (Fiala 2020).

Chemická ochrana řepky ozimé zahrnuje aplikaci různých chemických látek, které mají za cíl potlačit výskyt a šíření patogenních mikroorganismů a eliminovat vliv hmyzu. Mezi nejčastěji používané látky patří fungicidy, herbicidy a insekticidy, které jsou vybírány s ohledem na specifika daného období vegetačního cyklu a výskyt konkrétních škůdců či chorob (Brown et al. 2019).

Výzkum v oblasti chemické ochrany řepky ozimé má zásadní význam pro optimalizaci a zlepšení efektivity používaných přípravků. Dochází k neustálému vývoji nových aktivních látek, formulací a aplikačních postupů, což vede k maximalizaci účinnosti a minimalizaci negativních dopadů na životní prostředí. Důležitým aspektem je také sledování rezistence patogenních organismů vůči používaným látkám, což vyžaduje pravidelné aktualizace a revize strategií ochrany rostlin (Müller et al. 2020).

Základním velmi efektivním ochranným opatřením je podzimní aplikace regulátoru růstu, nejlépe s fungicidním účinkem. Efekt má ale i aplikace samotného regulátoru, po kterém dochází ke zpevnění pletiv krčku a výraznému snížení možnosti pronikání patogenu do jeho pletiv (Kazda et al. 2010).

Monitoring chorob a signalizace k ošetření ve vhodném termínu daného ročníku by tak měly být důležitou složkou v rozhodovacím procesu každého agronoma, který chce vynakládat finanční prostředky v boji za udržení zdravého porostu účelně a efektivně (Fiala 2020).

3.3.1 Ochrana proti škůdcům

Řepka patří od 90. let 20. století mezi nejvíce ohrožené polní plodiny živočišnými škůdci, kteří mohou způsobit významná poškození během celé vegetační doby. Ošetření řepky se soustřeďuje do čtyř období. Poškození vzcházejících porostů je již několik let účinně potlačováno insekticidním mořením osiva a správnou agrotechnikou. Stále nezbytné je časně jarní ošetření proti stonkovým krytonoscům, aplikace insekticidů na začátku květu proti blýskáčkům a potlačení šešulových škůdců v době tvorby šešulí. Důsledkem pravidelného používání insekticidů je rostoucí nebezpečí vzniku rezistence proti pesticidům, které se v blízké budoucnosti může stát velkým problémem. Insekticidní ošetření se stalo nezbytnou součástí technologie pěstování ozimé řepky (Kazda et al. 2010)

Účinná ochrana řepky proti škůdcům je jedním ze základních předpokladů jejího úspěšného pěstování. Snižující se počet insekticidních účinných látek a klimatické změny projevující se vysokými teplotami a dlouhým obdobím beze srážek především v období zakládání porostů řepky, jsou příčinou přemnožení některých škůdců, kteří způsobují na porostech řepky významné škody. Z těchto důvodů je nutné dodržovat zásady, které oddálí možný nástup rezistence škůdců řepky vůči některým insekticidním látkám (Čech 2023).

Řepka olejka je od vzejtí až do sklizně napadána živočišnými škůdci, jejichž škodlivost je vždy podstatně vyšší na jarní řepce než na ozimé řepce. Pravidelná nebo občasná ochrana se uskutečňuje proti 12 druhům, k potenciálním škůdcům patří 13 druhů a 32 druhů jsou náhodní škůdci a druhy, které ve velkovýrobě nezpůsobují hospodářsky významné ztráty. Z hlediska hospodářské významnosti a plánování ochrany rostlin lze škůdce rozdělit jednak do skupiny s každoročním, cyklickým a potenciálním škodlivým výskytem a do skupin, v nichž se hodnotí, zda rostliny mají schopnost kompenzovat ztráty způsobené poškozením či nikoliv (Fábry et al. 1992).

Škůdci napadají řepku po její celý vegetační rok. Nejobsáhlejší skupinou jsou škůdci vzcházejících rostlin až do fenofáze přizemní listové růžice (Dřepčík olejkový – *Psylliodes chrysocephala* L., Krytonosec černý – *Ceutorrhynchus picitarsis* Gyll., Krytonosec zelný *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsh., Pilatka řepková – *Athalia rosae* L., Osenice – *Agrotis* sp., Květilka zelná – *Delia radicum* L., Hraboš polní – *Arvicola terrestris*(Pall.). Druhá skupina zahrnuje škůdce, kteří způsobují nadměrné větvení bazálních částí rostlin, praskání a lámání lodyh, slabé nasazování pupat s nestejnou dobou zakvétání Krytonosec řepkový – *Ceutorrhynchus napi* Gyll., Krytonosec čtyřzubý – *Ceutorrhynchus pallidactylus* Marsh. Třetí skupina jsou škůdci, kteří napadají generativní orgány, ničí pupata, snižují počet šešulí na rostlinu, redukuje počet semen v šešulí a snižují výnos HTS, Blýskáček řepkový – *Melegethes aeneus* F., Krytonosec šešulový – *Ceutorrhynchus assimilis* Payk., Bejlmorka kapustová - *Dasyneura brassicae* Winn., (Šedivý 2000).

Dřepčíci

Dospělci těchto 2 – 3 mm velkých brouků ožirají klíčními rostlinkám mělce pod povrchem půdy děložní lístky, rostliny nevzcházejí. U vzešlých rostlin vyžirají do listů četné mělké jamky nebo malé dírky 1 – 3 mm velké, rostliny zasychají a hynou. Dřepčící se mohou vyskytnout v letech s horkým a suchým létem a podzimem v mimořádně velkém množství. Kalamitní poškození vzcházejících porostů může nastat během několika dnů (Kazda et al 2010).

Dřepčící rodu *Phyllotreta*, dřepčík černý (*P. atra*), dřepčík černoohý (*P. nigripes*), dřepčík polní (*P. undulata*), dřepčík zelný (*P. nemorum*), nebyli dříve příliš obávanými škůdci. Zlom nastal s omezením používání neonikotinoidů pro insekticidní moření a nástupem teplých suchých let s teplým suchým počasím v pozdním létě, kdy je vzcházející řepka obzvláště zranitelná (Hrudová et al. 2023).

Krytonosci

Nejvýznamnějším škůdcem časně jarního období je krytonosec řepkový (*Ceutorhynchus napi*). Na jaře v období, kdy teplota půdy dosáhne 5 – 7 °C, což odpovídá teplotě vzduchu asi 10 – 12 °C, nalétávají brouci do polí se řepkou. Prvními příznaky jsou drobné otvory na listech způsobené žírem dospělců, které nemají hospodářský význam (Kazda et al. 2010).

Larvy krytonosce čtyřzubého (*Ceutorhynchus pallidactylus*) poškozují žírem vnitřní pletiva řapíků listů a stonků, larvy krytonosce řepkového (*C. napi*) vnitřní části stonků. Poškození usnadňuje infekci rostlin některými houbovými patogeny, zejména původcem fomového černání stonku brukvovitých (*Leptosphaeria maculans*) a urychluje šíření této choroby v porostech. Oba škůdci mají výrazný vliv na snížení výnosu (Seidenglanz et al. 2021).

Blýskáček řepkový

Od počátku tvorby pupat škodí v porostech ozimé a zejména jarní řepky dospělci blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*). Tito 2 – 2,5 mm velcí brouci nakusují ještě před květem pupata, aby se dostali k pylu. Nakousaná a vykousaná pupata jsou v celém květenství nepravidelně rozmístěna. Poškozená pupata žloutnou, usychají a později opadají, takže zůstává pouze stopka. Důsledkem je nepravidelné nasazení květů, případně šešulí. Největší škody způsobují blýskáčci za chladného počasí v období před květem, kdy řepka pomalu rozkvétá. Ohroženy jsou zejména slabé porosty. Kvetoucí porosty se již neošetřují (Kazda et al 2010).

3.3.2 Ochrana proti chorobám

Podstatné nebezpečí představují pro řepku houbové choroby. Snižují výnosy až o 20–50 % a jedinou metodou přímé ochrany je použití fungicidů. To je ve všech teplejších oblastech prakticky nezbytné a zvyšuje výnos o asi 10–20 %. Omezit houbové choroby pomáhá ve velkém také prevence, jako je ochrana proti stonkovým krytonoscům, hluboká orba a zpracování posklizňových zbytků po předplodině, správný výběr osiva, osevniho postupu, moření a přiměřené hustota porostu (Bečka et al. 2007).

Z nejdůležitějších chorob řepky je vhodné zmínit nádorovitost kořenů brukvovitých, která postihuje rostliny nejčastěji na kyselejších půdách v teplejších a vlhčích letech. Tvoří vytrvalé spory, které přezimují v půdě dlouhé roky. Takto napadené rostliny žloutnou, vadnou a zaostávají v růstu. Oproti tomu aternariová skvrnitost brukvovitých způsobuje nouzové dozrávání rostlin společně s lámáním větví a deformováním a praskáním šesulí. Podobně probíhá napadení šedou plísnovitostí brukvovitých, kdy šesule zasychají, opadávají květy a poupata. Ze stonkových a kořenových chorob jsou pak časté fomové černání stonku, bílá hniloba a komplex kořenových chorob brukvovitých, které jsou aktuálně jedny z nejzávažnějších houbových chorob. Způsobují většinou nouzové dozrávání a velmi ovlivňují velikost a kvalitu výnosu (Zehnálek 2022).

Ochrana proti chorobám je v současnosti zpravidla nutná až do nadmořských výšek kolem 600 m. Aplikace fungicidů je nejrentabilnějším intenzifikačním opatřením do řepky ozimé. Podle výsledků z našich pokusů fungicidy spolehlivě zvyšují výnosy o 10–20 %. Fungicidy doručujeme aplikovat: těsně před květem a nebo v době květu (Bečka et al. 2007)

Hlízenka (Bílá hniloba řepky)

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 (Fiala 2020).

V posledních letech způsobuje největší škody bílá sklerociová hniloba, způsobovaná houbou *Sclerotinia sclerotiorum*. Příznaky se sice projevují až v době tvorby zelených šesulích, ale základní ochrana proti ní by měla být provedena již při sklizni předplodiny. Doporučujeme aplikaci biologického přípravku, jehož účinnou složkou tvoří houba *Coniothyrium minitans*, která parazituje na klíčících sklerociích patogenu (Kazda et al. 2010)

S. sclerotiorum vytváří husté tmavé klidové struktury zvané sklerocia a tyto struktury pomáhají přežít v nepříznivých podmínkách, jako je mráz, vysychání, napadení mikroorganismy nebo v případě, že se houba dostane do nepřítomnosti hostitele (Smith et al. 2015).

Hlízenka (*Sclerotinia sclerotiorum*), pro její výskyt v sezóně je důležitý průběh počasí v době kvetení a po dokvětu koncem dubna a v květnu a dále dostatečná zásoba sklerocií v půdě. Při silné a časném napadení dochází k lámání stonků, předčasnému zasychání větví a vypadávání semen s šesulí. Kromě toho dochází u hlízenky k napadání rostlin prorůstáním mycelia půdou do kořenů. Podstatou tohoto způsobu napadení je to, že část sklerocií v půdě 27 nevytvoří nadzemní plodnice, ale vyklíčí ve formě hyf, které mohou pronikat do rostlin a prorůstat jimi. Tato forma infekce bývá u řepky poměrně nenápadná a takto napadené rostliny jsou viditelné až po sklizni řepky na strništi. Šesule na takovýchto rostlinách dozrávají předčasně a praskají ještě před sklizní a semena vypadávají. Půdní forma infekce rostlin řepky hlízenkou není zachytitelná listově aplikovanými fungicidy. V praxi se již rozběhla biologická ochrana proti hlízence s pomocí antagonistické houby *Coniothyrium minitans*, likvidující sklerocia v půdě. Nejlepší účinnosti je dosahováno při aplikaci na řepkové strniště, aby se spory houby mohly dostat do kontaktu se sklerocií hlízenky. Fungicidní ochrana proti hlízence se provádí v době květu, tedy v době, kdy ještě není v porostu vizuálně patrná (Spitzer 2013).

Od začátku kvetení (BBCH 60 až 63), možná je i aplikace v době plného květu. Přesto ale v některých letech nemá očekávanou účinnost. Jsou to roky s dlouhým obdobím rizika vzniku infekce (teplé jaro, normální a nadnormální srážky, následuje suchý červen). Přitom fungicidní látka se nedostává v dostatečném množství na spodní části rostliny, kde by měla větší efekt.

Problematické je onemocnění hlavně u semenných porostů, kde se někdy vyskytuje v takové míře, že znemožní obchodování osivem, ve kterém se jako příměs nachází velké množství sklerocií (Kazda et al. 2010).

Houba *Sclerotinia sclerotiorum* způsobuje onemocnění více jak 400 druhů rostlin včetně řepky olejky. *Sclerotinia sclerotiorum* může v půdě zůstat až 10 let ve formě tvrdých klidových subjektů s názvem sklerocia (Derbyshire 2015).

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. Nejvhodnější dobou aplikace je první polovina kvetení, kdy začíná docházet k opadu prvních korunních plátků. Jelikož kvetení ve většině ročníků trvá 4–5 týdnů a doba, kdy je po aplikaci porost fungicidně chráněn, by měla při dodržení doporučených dávek dosahovat 4 týdnů, jeví se jako ideální aplikace cca po prvním týdnu kvetení (Fiala 2020).

Verticillium ssp.

Předčasné odumírání rostlin způsobuje i napadení půdní houbou *Verticillium ssp.* (*Verticillium longisporum*, *V. dahliae*), ke kterému dochází ve stejném období jako v případě *S. sclerotiorum*. Onemocnění se v ČR v posledních letech šíří. Ochrana je známá jen nepřímá - kvalitní zpracování půdy, organické hnojení, širší osevni sled (Kazda et al. 2010).

Verticillium longisporum je velkou hrozbou pro celkovou produkci ozimé řepky v Evropě. Odolnost proti *Verticillium longisporum* je kvantitativně dědičná. V Evropě prodávané odrůdy řepky ozimé mohou vykazovat velmi nízkou úroveň nebo žádnou rezistenci či toleranci (Eynck et al. 2009).

Verticiliové vadnutí řepky je méně známou chorobou, jejíž význam se však vzhledem ke změnám v průběhu počasí zvyšuje. Její výskyt není tak plošného charakteru, jako v případě fomového černání stonku, avšak počet lokalit s výskytem této choroby roste. Její diagnostika v polních podmínkách (zejména v počátečních fázích vývoje) je velmi obtížná, spolehlivě identifikovatelná je pouze s použitím laboratorních metod (např. PCR). V určitých fázích vývoje řepky je možné zaměnit některé příznaky této choroby s příznaky fomového černání stonku, či bílé hniloby řepky. Typickým, nejčasnějším projevem choroby je podélné žloutnutí nejstarších listů většinou v době, kdy porost řepky kvete, či se začínají tvořit šešule. Později se příznaky projevují rovněž na stoncích. Stonek se barví do šeda, později se začínají tvořit černá mikrosklerocia. Kořeny napadené rostliny jsou málo větvené, v pozdějších fázích infekce lze rostlinu lehce vytáhnout z půdy. Rostoucí mycelium houby ucpává cévní svazky rostliny a dochází k nouzovému dozrávání. Jelikož zatím prakticky nejsou možnosti přímé chemické ochrany, jsou k eliminaci této choroby důležitá preventivní ochranná opatření, např. dodržování osevniho postupu a agrotechnických termínů setí, volba odolnějších odrůd atd (Fiala 2020).

Fómová hniloba

Větší význam má napadení houbou *Leptosphaeria maculans* - původcem rakoviny stonku řepky (fómová hniloba). Výsledky výzkumu posledních let popisují na území Evropy dvě skupiny původců rakoviny stonku řepky. Zdá se, že v podzimním období napadá řepku *L. maculans*, zařazená do skupiny A. Viditelné jsou na podzim okrouhlé, zasychající skvrny s plodničkami (“černé tečky”) na listech. Poškození listů však nebývá silné, listy obvykle stejně v průběhu zimy odumírají. Intenzita napadení je ale orientačním znakem, který vypovídá o pravděpodobnosti napadení krčků. K jejich infikování dochází také na podzim, příznaky ale nejsou viditelné. Onemocnění se projeví v předjaří a brzy na jaře, při silném napadení dochází k odumírání rostlin (Kazda et al. 2010).

Příznaky onemocnění se na rostlinách mohou objevit ve všech vývojových stádiích. Již na děložních listcích malých rostlin se mohou objevit poškození – drobné, tmavě šedé skvrny. Výskyt skvrn na listech v průběhu října bývá častý a infekce na listech nepředstavuje vážnější ohrožení porostů. V podzimním období obvykle ještě nedochází k výraznému rozvinutí příznaků a k plnému rozvoji choroby pak dochází hlavně v předjaří, pokud je vyšší vlhkost jak půdy, tak vzduchu. Na krčcích se šíří nekrózy, postupně dochází k tvorbě hnědočervených skvrn, později k hnilobám a k odumírání celých napadených rostlin. V jarním období se objevují příznaky infekce především na mechanicky poškozených, prasklých stoncích. Zejména ve spodní části stonků, na okrajích prasklin se objevují nepravidelné, protáhlé, sytě fialové skvrny, které se později zvětšují a černají. Pletiva postupně nekrotizují a v období tvorby šešulí může zcela zasychat, uvnitř trouchnivět a černat. Houba se může vzácně poškozovat i kořeny (Baranyk et al. 2007).

3.3.3 Herbicidní ochrana

Pro efektivní a účinnou regulaci zaplevelení může volit buď aplikaci preemergentních herbicidů, časně postemergentně aplikovaných herbicidů nebo kombinaci obou postupů. Samostatnými kapitolami 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 a je možné jej uplatnit pouze v případech a u pozemků s minimálním zaplevelením nebo jako opravné či doplňkové ošetření proti konkrétním cílovým plevelům (Vaculík 2018).

V jarním období po přihnojení mají zdravé a vyrovnané porosty ozimé řepky vysokou konkurenční schopnost vůči plevelům (Kazda et al. 2010).

Vznik a rozsah zásahu plevelů v plodinách je ovlivněn rychlostí klíčení a založení; hustota rostlin a prostorové uspořádání; inherentní konkurenceschopnost plodin a druhů plevelů; environmentální, časová a prostorová dostupnost zdrojů a alelopatie (Harper 1977).

3.4 Vliv fungicidů na různou úroveň dusíkatého hnojení

Dusík vyvolává rychlý růst a velký nárůst produkce sušiny, přičemž se odezva mění v zásadě podle zdroje použitého dusíku, doby aplikace, dávky, obsahu vlhkosti a dusičnanů v půdě (Fontanetto et al. 1998).

Vysoká nabídka N zvyšuje jak index listové plochy (LAI), tak koncentraci N v listech a vyvolává zpoždění stárnutí (Walters & Bingham 2007). Způsobuje však také větší náchylnost plodin k chorobám, a to buď vytvořením příznivého mikroklimatu plodin (Neumann et al. 2004), nebo větší dostupností N sloučenin nezbytných pro růst patogenů (Solomon et al. 2003). Tento poslední efekt byl prokázán spíše v případě biotrofních nebo hemibiotrofních patogenů, které pumpují do živých buněk své živiny (Divon & Fluhr 2006) a zvyšují jejich závažnost při vyšších dávkách N (Fleitas et al. 2018), nekrotrofní patogeny zajišťují jejich výživu z rozpadu hostitelských buněk, což jim umožňuje přístup k většímu spektru zdrojů N (Solomon et al. 2003), což vede k variabilní odpovědi na závažnost onemocnění při vyšších dávkách N (Fleitas et al. 2018).

Veresoglou et al. (2012) zkoumali dopad hnojení na závažnost chorob způsobovaných houbovými patogeny rostlin. Vědci provedli metaanalýzu 57 studií, které zkoumaly vztah mezi hnojením a rostlinnými chorobami. Analýza se zaměřovala především na účinky dusíkatého (N) hnojení, protože je to nejčastěji používané hnojivo v zemědělských systémech. Výsledky metaanalýzy naznačily, že N hnojení obecně zvyšuje závažnost chorob způsobovaných houbovými patogeny rostlin. To je v souladu s "dusíkovou chorobnou hypotézou", která naznačuje, že vysoká dostupnost N může oslabit obranné mechanismy rostlin proti patogenům. Dospěli k závěru, že N hnojení je komplexní faktor, který může ovlivnit rostlinné zdraví jak pozitivně, tak negativně. Zatímco N hnojení může zvýšit výnosy plodin, může také zvýšit riziko rostlinných chorob. Proto je důležité pečlivě zvážit potenciální rizika a výhody N hnojení před přijetím rozhodnutí o aplikaci.

Howard et al. (1994) ve svém výzkumu zjistili, že aplikace fungicidů zvýšila výnosy a snížila závažnost chorob. Účinnost fungicidů na zvýšení výnosů byla vyšší při vyšších dávkách N. Závažnost chorob se zvyšovala s aplikovanými dávkami N, ale fungicidy snižovaly závažnost, čímž se snižoval dopad na výnos.

Delin et al. (2008) při svém tříletém výzkumu došli k závěru, že fungicidní ošetření infikované ozimé pšenice vedlo k vyšším výnosům zrna a lepší účinnosti využití dusíku než u neošetřené plodiny, a to jak v důsledku většího příjmu N, tak lepší translokace v rostlině. Lepší účinnost využití dusíku vedla k menšímu množství minerálního dusíku v půdě po vegetačním období, což znamená menší riziko vyplavování N.

Udržování zdravé plodiny je samozřejmě pozitivní pro zlepšení účinnosti využití N a snížení zbytkového minerálního N v půdě. Chemická ochrana plodin je však považována za negativní pro životní prostředí a v ekologickém zemědělství je zakázána. Zdravější porosty lze udržovat jinými opatřeními, například vhodným střídáním plodin a používáním odrůd odolných vůči chorobám. Pokud to nestačí a účinky fungicidů se stále nepovažují za opodstatněné, lze za

alternativu snížení zbytkového minerálního N v půdě považovat snížené hnojení N (Delin et al. 2008).

3.4.1 Dusíková chorobná hypotéza

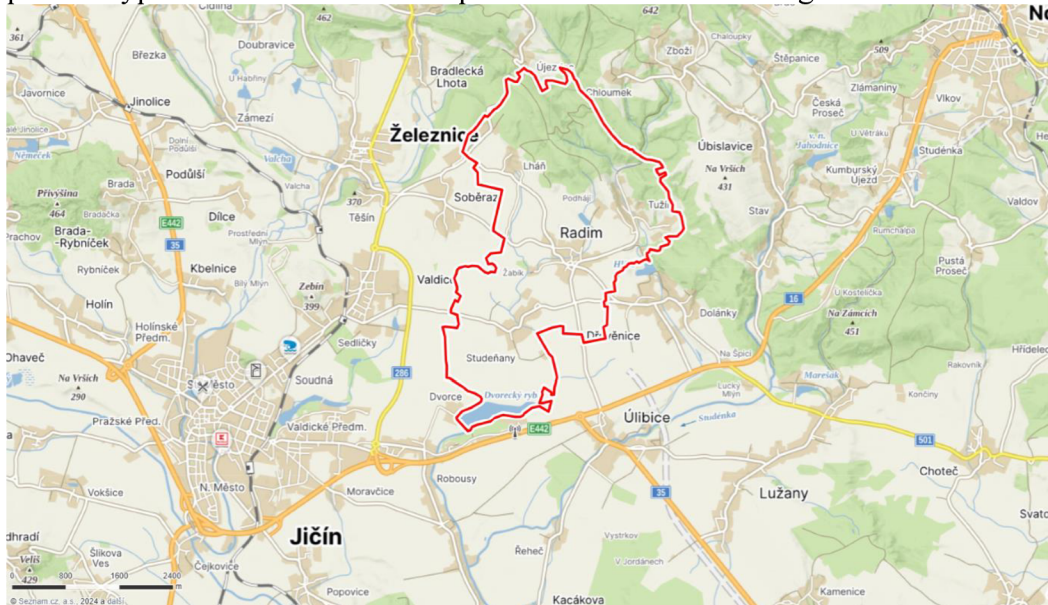
Miller & Loomis (1971) formulovali hypotézu s názvem Dusíková chorobná hypotéza (Nitrogen Toxicity Hypothesis). Tato teorie tvrdí, že nadměrné hnojení dusíkem může vést k zvýšenému riziku výskytu chorob rostlin. Hypotéza vychází z předpokladu, že nadměrný dusík může ovlivnit rostliny několika způsoby, které mohou zvýšit jejich náchylnost k chorobám. Mezi tyto způsoby patří:

- Snížení odolnosti rostlin vůči patogenům. Nadměrný dusík může způsobit, že rostliny budou mít nižší obsah obranných látek, jako jsou polyfenoly a flavonoidy, což je činí náchylnějšími k infekci patogeny.
- Zvýšení dostupnosti živin pro patogeny. Nadměrný dusík může zvýšit dostupnost živin pro patogeny, což jim umožňuje růst a rozmnožovat se rychleji.
- Zhoršení fyziologického stavu rostlin. Nadměrný dusík může vést k nadměrnému růstu a bujnosti rostlin, což může oslabit jejich strukturu a učinit je náchylnějšími k poškození patogeny.

4 Metodika

4.1 Představení podniku

Poloprovozní pokus byl proveden v roce 2022/2023 na podniku soukromě hospodařícího rolníka Vratislava Kříže sídlící v Královehradeckém kraji v okrese Jičín. Podnik obhospodařuje 320 ha a také chová krávy s kombinovanou užitkovostí a vykrmuje jatečné býky. Stěžejními plodinami jsou ječmen ozimý i jarní, řepka olejná, pšenice ozimá, cukrová řepa a mák setý. Dále pěstuje pícniny pro výživu hospodářských zvířat. Pozemky mají středně těžkou půdu s půdním typem hnědozem. Podnik spadá do 3. klimatického regionu.



Obrazek č.1: Katastrální území Radim (Mapy.cz 2024)

4.2 Průběh počasí za sezonu 2022/2023

Údaje z tabulek 1 a 2 byly naměřeny na meteorologické stanici Jičín. Na stanici proběhlo první měření v roce 1961. Mezi hlavní měřené údaje patří tlak, teplota, vítr, srážky a vlhkost.

Tab. 2: Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C)

Měsíc 2022/2023	Průměrná měsíční teplota vzduchu	Dlouhodobý měsíční průměr
srpen	20,5	19,2
září	12,8	14,6
říjen	10,5	9,4
listopad	4,3	5,1
prosinec	0,8	1,1
leden	2,2	0,3
únor	1,8	0,6
březen	4,7	4,3
duben	7,6	9,9
květen	14,2	14,3

červen	18,4	18,5
červenec	20,2	19,9
srpen	19,2	19,2

(ČHMÚ 2024)

Tab. 3: Měsíční úhrny srážek (mm)

Měsíc 2022/2023	Měsíční úhrny srážek	Dlouhodobý průměr
srpen	59,6	70,7
září	83,5	42,6
říjen	26	45
listopad	41,9	48,5
prosinec	56,3	53,1
leden	54,8	56
únor	42,3	37,4
březen	81	39,7
duben	60,2	31,1
květen	22,2	63
červen	28,8	71,2
červenec	63,1	71,1
srpen	129,7	70,7

(ČHMÚ 2024)

4.3 Charakteristika pozemku

Pozemek o rozloze 6,48 ha se nachází v katastrálním území Studeňany a spadá pod obec Radim u Jičína. Pozemek leží 293 m. n. m. a je zařazen do řepařské výrobní oblasti. Půdní typ je hnědozem a pH půdy je 5,7, agrochemické vlastnosti pozemku 83 mg/kg fosforu, draslíku 168 mg/kg a hořčíku 143 mg/kg. Průměrné roční srážky jsou 550–650 mm a průměrná roční teplota je 8-9 °C.



Obrázek č.2: Satelitní snímek pokusného pozemku z programu LPIS (LPIS 2024)

4.4 Rozvržení jednotlivých pokusů na pozemku

Z celkové rozlohy pozemku (6,48 ha), bylo na pokusy vyčleněno 3,1 ha (6 kolejových řádků uprostřed pozemku). Šířka pokusu byla 30 metrů, což odpovídá záběru samochodného postřikovače a rozmetadla minerálních hnojiv.

Tab.4: Rozvržení jednotlivých pokusů na pozemku

Varianta pokusu	Označení pokusu	Dávka (kg/ha)	N	Fungicid	Výměra pokusu (ha)
1	kontrola	170		-	0,15
2	Cu+S	170		Chevri + Síra165	0,27
3	Biostimulan	170		Talisman	0,53
4	Fungicid	170		Mirador UNI	0,41
5	kontrola	120		-	0,17
6	Cu+S	120		Chevri + Síra165	0,43
7	Biostimulan	120		Talisman	0,61
8	Fungicid	120		Mirador UNI	0,54

4.5 Materiály k pokusu

4.5.1 Odrůda řepky ozimé

Hybridní odrůdou řepky olejné zkoumanou v rámci pokusů byla od šlechtitelské společnosti Limagrain Česká republika, s.r.o. LG Ambassador.

Popis odrůdy:

- velmi vysoký a vyrovnaný výnos semen ve všech oblastech
- rychlý podzimní vývoj, snáší pozdní setí
- středně rychlý nástup jarní vegetace
- rezistence viru žloutenky vodnice TuYV
- odolnost pukání šesulí
- kvantitativní a kvalitativní (Rlm7) odolnost *Phoma lingam*
- prokazatelná vyšší efektivita využití dusíku N-FLEX
- velmi dobrá odolnost poléhání

(Limagrain 2023)

4.5.2 Použitá dusíkatá hnojiva jarního hnojení

UREAstabil je koncentrované granulované hnojivo na bázi amidického dusíku s obsahem inhibitoru ureázy (NBPT). Výrobce hnojiva je AGRA GROUP a.s., se sídlem ve Střelských Hořticích. Hnojivo obsahuje 46 % dusíku. Hnojivo bylo aplikováno na pozemek dne 27.2.2023. Dávka hnojiva byla na pokusech 1-4 150 kg/ha a na pokusech 5-8 byla 100 kg/ha.

Ledek amonný s vápencem (LAV) je granulované minerální hnojivo. Používá se na základní hnojení nebo přihnojování v době vegetace. Výrobce hnojiva je Fertistav CZ a.s., se sídlem v Městci Králové. Hnojivo obsahuje 27 % dusíku a 20 % Ca. Hnojivo obsahuje nitrátovou a amonnou formu dusíku v poměru 1/1. Hnojivo bylo aplikováno na pozemek dne 20.3.2023. Dávka hnojiva byla na pokusech 1-4 200 kg/ha a na pokusech 5-8 byla 130 kg/ha.

DAM 390 je kapalné dusíkaté hnojivo, obsahující ve 100 litrech 39 kg dusíku (30 %), z toho 25 % ve formě amonné, 25 % ve formě dusičnanové a 50 % ve formě amidické. Hnojivo

je roztokem dusičnanu amonného a močoviny. Výrobce hnojiva je Agropodnik a.s. Hradec Králové. Hnojivo bylo aplikováno na pozemek dne 10.4.2023. Dávka hnojiva byla na pokusech 1-4 120 l/ha a na pokusech 5-8 byla 80 l/ha.

Tab.5: Použitá dusíkatá hnojiva jarního hnojení

Název hnojiva	Skupenství	Forma N	Obsah živin
UREAstabil	pevné	amidická	46 %
LAV	pevné	amonná 50 %, nitratová 50 %	27 % N, 20 % Ca
DAM 390	kapalné	amonná 25 %, nitratová 25 %, amidická 50 %	100 l/39 kg N

4.5.3 Látky aplikované před květem

CHEVRI Cu-Combi je suspenzní hnojivo s mědí ve dvou stupních oxidace (Cu^+ , Cu_2^+). Výrobce hnojiva je AGRA GROUP a.s., se sídlem ve Střelských Hošticích. Obsah látek je uveden v tabulce č.5. Hnojivo je určeno k rychlému řešení nedostatku mědi u polních plodin, ovoce, zeleniny, vinné révy a chmelu. Přípravek byl na pokusy 2 a 6 aplikovaný ve dvou termínech 3.5.2023 a 28.5.2023 v dávce 1 l/ha.

Síra 165 je listové hnojivo s vysokým obsahem vodorozpustné síry. Výrobce hnojiva je AGRA GROUP a.s., se sídlem ve Střelských Hošticích. Obsah síry v hnojivu je 165 g/l. Přípravek byl na pokus č. 2 a 6 aplikovaný ve dvou termínech 3.5.2023 a 28.5.2023 v dávce 1 l/ha.

Talisman je biostimulátor obsahující kyselinu pidolovou (kyselina pyroglutamová) a dimethylsulfon. Výrobce biostimulantu je společnost ADAMA. Kyselinu pidolovou používají rostliny jako signální složku při udržování cyklu asimilace dusíku v chodu. Dimethylsulfon je prostředek k posílení příjmu síry foliární výživou. Doporučená dávka dle výrobce je 3-5 l/ha. Biostimulátor byl aplikován na pokus č. 3 a 7 dne 3.5.2023 v dávce 5 l/ha.

Mirador UNI je unguicid ve formě suspenzního koncentrátu. Výrobce fungicidu je společnost ADAMA. Fungicid obsahuje účinné látky azoxystrobin (125 g/l) a Difenoconazole (125 g/l). Slouží v ochraně řepky proti fomové hnilobě a hlízence obecné. Fungicid byl aplikován na pokus č. 4 a 8 dne 3.5.2023 v dávce 1 l/ha.

Tab.6: Látky aplikované před květem

Název přípravku	zaměření	Účinná látka	Dávka na ha
CHEVRI Cu-Combi	Listové hnojivo	Cu (50 g/l) S (16 g/l)	1 l
Síra 165	Listové hnojivo	S (165 g/l)	1 l
Talisman	Biostimulant	Pidolová kyselina Dimethylsulfon	5 l
Mirador UNI	Fungicid	Azoxystrobin (125 g/l) Difenoconazole (125 g/l)	1 l

4.6 Agrotechnika porostu

4.6.1 Příprava půdy, založení pokusu a podzimní práce

Předplodinou porostu řepky olejné byl mák setý, který byl sklizen 10.8.2022. Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka do hloubky 8 cm pomocí diskového podmítače Lemken Rubin 9. Před setím byl pozemek prokypřen do hloubky 20 cm pomocí kypřiče Horsch Terrano 3 fx. Před setím bylo na pozemek aplikováno hnojení FertiSTART 38 NPK. Porost byl založen 17.8.2022 secím strojem s diskovou přípravou HORSCH Pronto 6 DC.

3.9.2022 byly na pozemek aplikovány postemergentně herbicidy Butisan Complete na dvouděložné plevele a Targa 10 EC proti výdrolu obilnin. Dne 24.10. Byl porost přihnojen hnojivem Bor 150, síra 165 a StimGUARD pH, rostlinný biostimulant, zároveň byl porost ošetřen insekticidem Decis Forte a růstovým regulátorem CARYX s významnou vedlejší účinností proti Fomové hnilobě. 14.11. Bylo na pozemek aplikována listová výživa RETAFOS a Bor 150.

4.6.2 Práce po zimě až po sklizeň

Na konci února byl proveden, před prvním jarním hnojením, Nmin na pokusném pozemku, rozdělení jednotlivých pokusných částí dle tabulky 3 a sledován počet jedinců na m² po zimě na každé variantě. Termíny a dávky dusíkatého hnojení na jaře pro každou variantu pokusu uvedeny v tabulce 6. Dne 18.4.2023 proběhlo insekticidní ošetření přípravky Koron 100 SC (*Deltamethrin*) proti dřepčikům a Losovados 200 SE (*Acetamiprid*) proti blýskáčku řepkovém. Fungicidní ošetření jednotlivých pokusů proběhlo 3.5.2023 dle tabulky 7. Dne 28.5.2023 bylo provedeno opakované ošetření pokusů 2 a 6 dle tabulky 7.

Sklizeň jednotlivých pokusů proběhla sklízecí mlátičkou New Holland CX 8060 dne 24.7.2023. Každý pokus byl sklizen a hmotnost semen z jednotlivých pokusů zvážena na vleku pomocí mobilních vah. Po sklizni byl zhodnocen stav strniště a výnosové prvky z jednotlivých pokusů.

Tab.7: Jarní hnojení jednotlivých pokusů

	Varianta pokusu	Urea Stabil 27.2.2023 (kg hnojiva /ha)	LAV 27 20.3.2023 (kg hnojiva /ha)	DAM 390 10.4.2023 (l hnojiva/ha)
1	Kontrola 170 kg N	150	200	120
2	CU+S 170 kg N	150	200	120
3	Biostimulan 170 kg N	150	200	120
4	Fungicid 170 kg N	150	200	120
5	Kontrola 120 kg N	100	130	80
6	CU+S 120 kg N	100	130	80
7	Biostimulan 120 kg N	100	130	80
8	Fungicid 120 kg N	100	130	80

Tab.8: Fungicidní ochrana na jednotlivých pokusech

	Varianta pokusu	Přípravek	Dávka (l/ha)	Termín aplikace
1	Kontrola 170 kg N	-	-	-
2	CU+S 170 kg N	Chevri + Síra165	1+1	3.5.2023 a 28.5.2023
3	Biostimulan 170 kg N	Talisman	5	3.5.2023
4	Fungicid 170 kg N	150	1	3.5.2023
5	Kontrola 120 kg N	-	-	-
6	CU+S 120 kg N	Chevri + Síra165	1+1	3.5.2023 a 28.5.2023
7	Biostimulan 120 kg N	Talisman	5	3.5.2023
8	Fungicid 120 kg N	Mirador UNI	1	3.5.2023

4.7 Stanovení N_{min}

Odběr a analýzu vzorků půdy pro N_{min} zajistila firma Laboratoř Postoloprty s.r.o. Stanovení N_{min} , neboli minimálního množství dusíku potřebného pro optimální růst rostlin, je zásadní pro efektivní a udržitelné zemědělství. Tato metoda se používá k určení množství dostupného dusíku v půdě, které rostliny mohou využít. N_{min} je vypočítáván z obsahu minerálního dusíku (N) v půdním profilu v závislosti na kořenovém systému rostlin. Odebírají se vzorky půdy z různých hloubek, analyzují se na obsah amonného (NH_4) a dusičnanového (NO_3) dusíku.

Tab.9: N_{min} na pokusném pozemku

obsah N- NH_4 (mg/kg)	obsah N- NO_3 (mg/kg)	obsah N-anorg. (mg/kg)
6,0	8,8	14,8

4.8 Stanovení listové analýzy N

Stanovení listové analýzy dusíku (N) je důležitým krokem pro optimalizaci výživy rostlin, zvláště v případě intenzivně pěstovaných plodin, jako je řepka olejná, obilniny, nebo

kukuřice. Listová analýza umožňuje přesně určit množství dusíku v listech rostliny, což poskytuje důležité informace o stavu výživy rostliny a umožňuje zemědělcům přizpůsobit hnojící režim tak, aby bylo dosaženo optimální úrovně výživy a následně i maximálních výnosů.

Ze skupin pokusů, kde proběhlo vysoké (170 kg N/ha) a nízké hnojení (120 kg N/ha), byly odebrány 3 průměrné rostliny a odeslány na rozbor do firmy Laboratoř Postoloprty s.r.o. Odběry proběhly (ve fázi 60 stupnice BBCH) 23 dní od posledního hnojení kapalným hnojivem DAM 390 dne 3.5.2023

Laboratorní analýza vzorků ukázala, že v rámci skupiny pokusů 1 až 4, kde byla řepka ozimá hnojena na jaře dusíkem v dávce 170 kg na hektar, dosáhl obsah dusíku v rostlinách hodnoty 3,41 %. Naproti tomu, ve skupině experimentů 5 až 8, která obdržela jarní hnojení dusíkem ve snížené dávce 120 kg na hektar, byl zjištěn obsah dusíku 2,94 %. Tímto byl odhalen rozdíl 0,47 % v obsahu dusíku mezi skupinami pokusů s různým množstvím aplikovaného dusíku.

Tab.10: Výsledky listové analýzy stavu N před květem

Pokusy hnojené na:	Stav N (%)
170 kg N	3,41
120 kg N	2,94

4.9 Metodika odběru vzorků a dat

Měření probíhalo pro každý pokus zvlášť. Na jednotlivých pokusných částech pozemku byly sledovány tyto znaky:

- ❖ Počet jedinců na m² po zimě
- ❖ Výnos
- ❖ Olejnatost
- ❖ HTS
- ❖ Zdravotní stav strniště po sklizni

Počet jedinců na m² po zimě byl zjišťován pomocí míry ¼ m². Míra byla náhodně hozena na porost a byl zjištěn počet životaschopných jedinců. Pro každý pokus byl tento znak zjišťován ve 4. opakováních.

Výnos byl stanoven po sklizení celého pokusu a zvážení hmotnosti pomocí mobilních vah. Výsledný výnos byl převeden na t/ha.

Olejnatost. Obsah oleje byl zjištěn pomocí pulzní jaderné magnetické rezonance (NMR), v souladu s ČSN EN ISO 10565 (461040). Tato norma se věnuje olejnatým semínkům a umožňuje současně zjistit množství oleje a vody metodou pulzní NMR spektroskopie. Jedná se o rychlou metodu určenou pro analýzu obsahu oleje a vody v komerčně dostupných olejnatých semenech. Metoda je aplikovatelná na semena řepky, sóji, lnu a slunečnice.

Pracovní postup:

1. **Příprava vzorku:** Je důležité, aby vzorek reprezentoval celou zkoumanou partii.
2. **Vážení vzorku:** Přesné vážení vzorku dle doporučení pro specifický typ NMR přístroje.
3. **Umístění vzorku do NMR přístroje:** Vzorek se umístí do trubice, která se následně vloží do magnetického pole NMR přístroje.

4. **Spuštění NMR analýzy:** Nastavení přístroje na specifické parametry pro měření obsahu oleje. Generování magnetických impulsů a zachycení intenzity signálu odpovídající množství oleje v semeni.
5. **Vyhodnocení výsledků:** Zpracování dat pomocí softwaru pro výpočet procentního obsahu oleje ve vzorku.

HTS byla zjišťována pomocí čítače semen C 21 a laboratorních vah na tři desetinná místa. Bylo naváženo 2 x 500 semen a pokud byl rozdíl menší než 5 % byly váhy obou vážení sečteny.

Zdravotní stav strniště po sklizni byl zjišťován pomocí míry 1 m². Míra byla náhodně hozena na strniště a byl zjištěn počet zdravých (zelených) a mrtvých (suchých) stonků. Pro každý pokus byl tento znak zjišťován v 6. opakováních.

5 Výsledky

5.1 Počet jedinců na m² po zimě

Počet jedinců na m² po zimě byl sledován dne 25. 2.2023.

Porost byl po zimě vyrovnán a průměrný počet rostlin na pokusném pozemku činil 48 života schopných rostlin na 1 m².

V tabulce 11 jsou uvedeny počty rostlin na 1 m². Největší počet rostlin (54 rostlin na m²) byl na pokusu 2 kde následně proběhlo vysoké jarní hnojení N a ošetření mědí a sírou a nejnižší byl na variantě 7 (120 kg N/ha a ošetření biostimulantem Talisman), kde bylo na 1 m² 45 rostlin.

Tab.11: Průměrný počet rostlin na m²

	Označení pokusu	Počet rostlin na m ²
1	Kontrola 170 kg N	46
2	Cu+S 170 kg N	54
3	Biostimulant 170 kg N	47
4	Fungicid 170 kg N	48
5	Kontrola 120 kg N	46
6	Cu+S 120 kg N	50
7	Biostimulant 120 kg N	45
8	Fungicid 120 kg N	48

5.2 Výnos

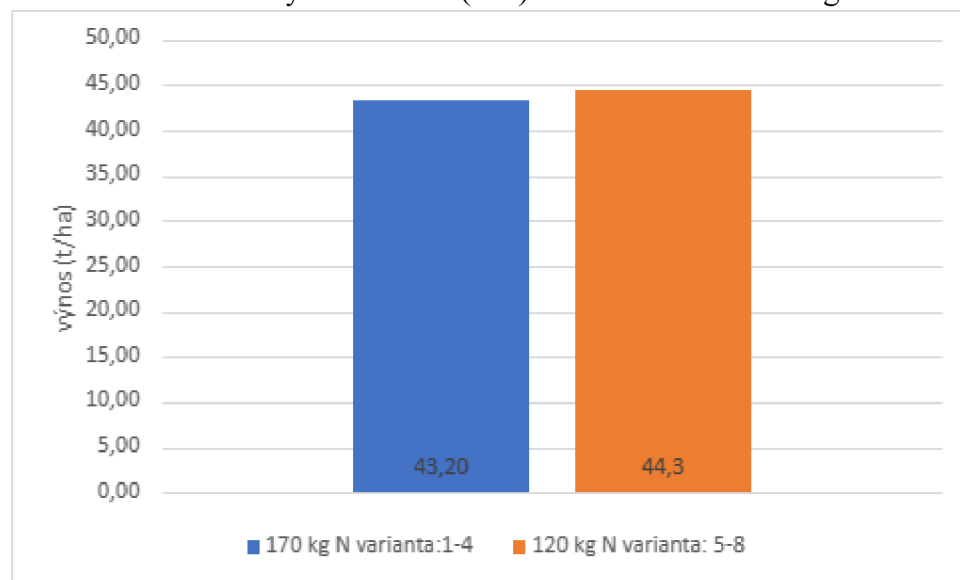
Nejdůležitějším sledovaným znakem na pokusech řepky ozimé byl výnos, který byl stanoven po sklizni, která proběhla 24.7.2023 sklízecí mlátičkou New Holland CX8060. Semena řepky z jednotlivých pokusů byla vyložena na vlek a pomocí mobilních vah byla zjištěna hmotnost, která byla převedena na hektarový výnos v tunách. Z tabulky 12 je patrné, že nejvyšší výnos 3,7 t/ha byl na pokusu, kde proběhlo jarní hnojení na 120 kg N a fungicidní ochrana přípravkem Mirador UNI a nejnižší výnos 3,1 t/ha byl na pokusu kde proběhlo jarní hnojení na 170 kg N a aplikace biostimulantu Talisman, kde byl hektarový výnos nižší než na kontrolním pokusu stejné dávky N.

Tab.13: Výsledky parametrů po sklizni

	Označení pokusu	Výnos (t/ha)	Olejnatost sušiny (%)	v	HTS (g)
1	Kontrola 170 kg N	3,3	43,5		4,332
2	Cu+S 170 kg N	3,4	42,0		4,050
3	Biostimulant 170 kg N	3,1	43,1		3,497
4	Fungicid 170 kg N	3,4	44,3		4,428
5	Kontrola 120 kg N	3,5	43,8		4,536
6	Cu+S 120 kg N	3,3	43,8		4,080
7	Biostimulant 120 kg N	3,3	44,6		4,252
8	Fungicid 120 kg N	3,7	45,0		4,713

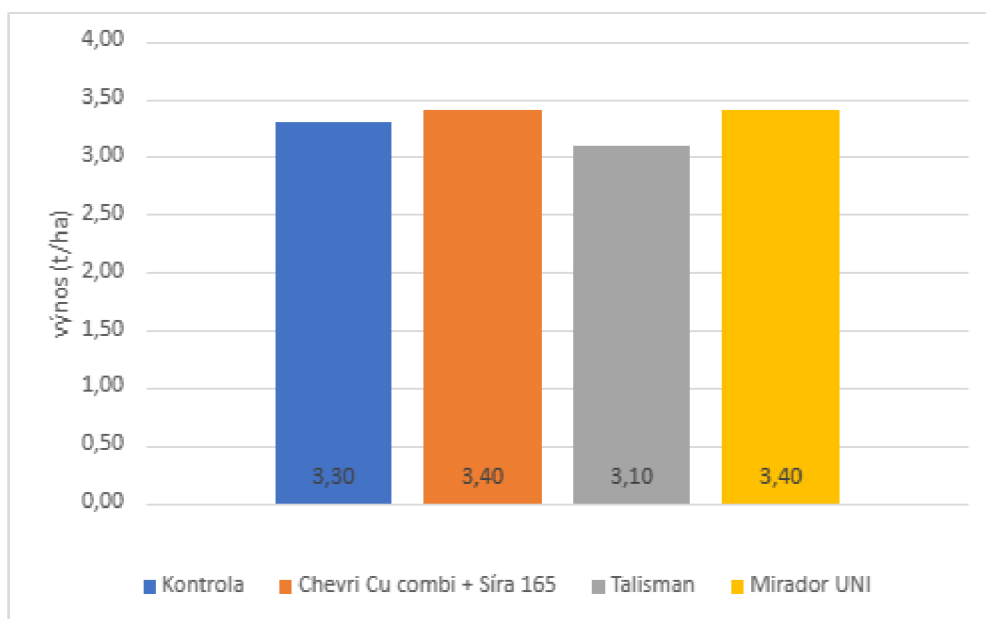
Na grafu č.1 jsou výnosy, kde proběhlo jarní hnojení N na 170 kg N/ha (pokusy 1-4) a 120 kg N/ha (pokusy 5-8) zprůměrovány a porovnány mezi sebou. Výsledky ukazují že na pokusech 1-4 byl hektarový výnos (3,30 t/ha) byl vyšší než na pokusech 5-8 (3,45 t/ha).

Graf č.1: Porovnání výnosu semen (t/ha) mezi variantami 170 kg N/ha a 120 kg N/ha



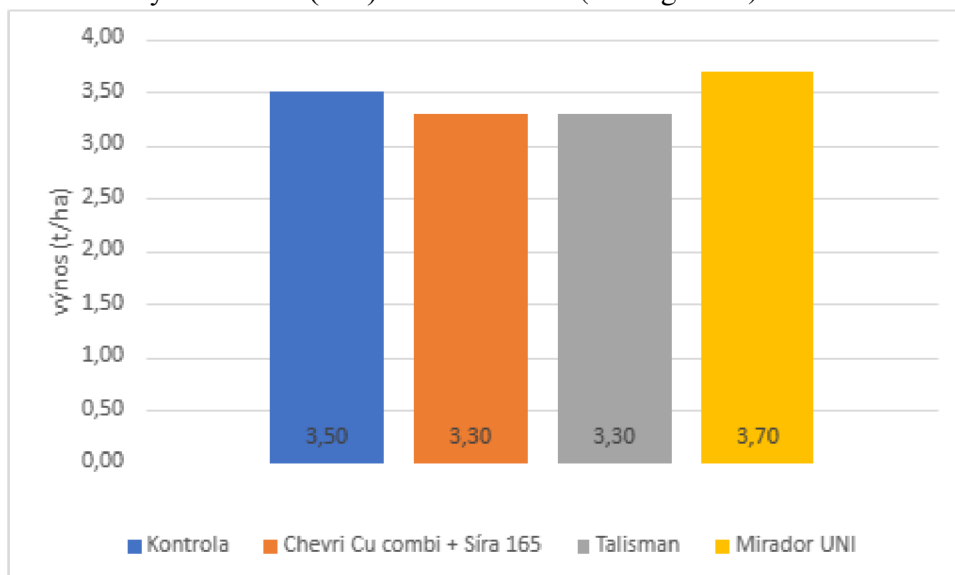
Graf č.2 ukazuje výsledky z pokusů 1-4, kde proběhlo jarní hnojení N na 170 kg N/ha, v závislosti na aplikovaném fungicidním ošetření. Nejvyššího výnosu 3,40 t/ha bylo dosaženo na pokusech, kde proběhlo ošetření Cu+S a fungicidním přípravkem Mirador UNI. Nejnižší výnos 3,10 t/ha byl na variantě, kde proběhlo ošetření biostimulantem Talisman. Výnos na tomto pokusu byl nižší než na kontrolní variantě.

Graf č.2: Výnos semen (t/ha) u variant 1 - 4 (170 kg N/ha)



Na grafu č.3 jsou porovnány výnosy semen na pokusech 5-8, kde proběhlo jarní hnojení N na 120 kg N/ha, v závislosti na aplikovaném fungicidním ošetření. Z výsledků je patrné že pokus, kde proběhlo hnojení na 120 kg N/ha a fungicidní ošetření přípravkem Mirador UNI, byl nejvyšší výnos 3,70 t/ha. Nejnižších výnosů bylo dosaženo na pokusech, kde proběhlo ošetření Cu+S a biostimulantem Talisman, shodně 3,30 t/ha. Tento výnos byl nižší než na kontrolní variantě (výnos 3,50 t/ha)

Graf č.3: Výnos semen (t/ha) u variant 5 – 8 (120 kg N/ha)

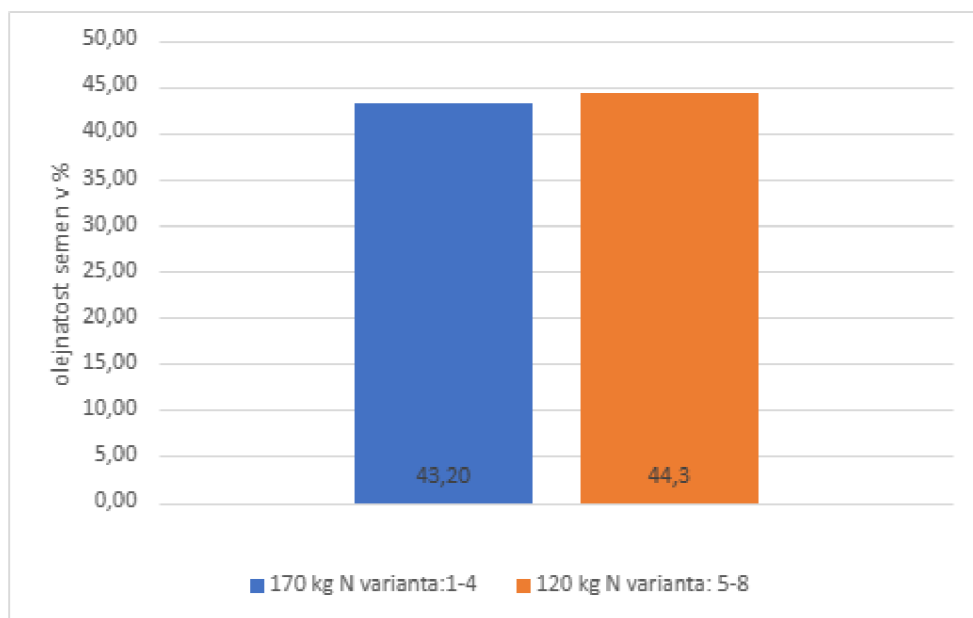


5.3 Olejnatost

Při sklizni dne 24.7.2023 byl z jednotlivých variant pokusů odebrán přibližně kilový vzorek semen. Obsah oleje byl zjištěn pomocí pulzní jaderné magnetické rezonance (NMR) na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů při České zemědělské univerzitě v Praze dne 2.11.2023. V tabulce 13 jsou uvedeny z každé varianty pokusů výsledky obsahu oleje v %. Z tabulky 13 lze vyčíst, že nejnižší olejnatost 42 % vykázal pokus číslo 2, kde proběhlo jarní hnojení N na 170 kg/ha a fungicidní ošetření mědí a sírou. Naopak nejvyšší olejnatosti 45 % bylo dosaženo na pokusu 8, kde proběhlo jarní hnojení N na 170 kg/ha a fungicidní ošetření fungicidem Mirador UNI. Rozdíl mezi těmito variantami byly 3 %.

V grafu č. 4 jsou zprůměrovány výsledky olejnatosti z vysokého hnojení N a nízkého hnojení N. Na pokusech vysokého jarního hnojení N byla průměrná olejnatost 43,2 % a na pokusech nízkého hnojení N byla olejnatost 44,3 %. rozdíl mezi hodnotami olejnatosti byl 1,1 %.

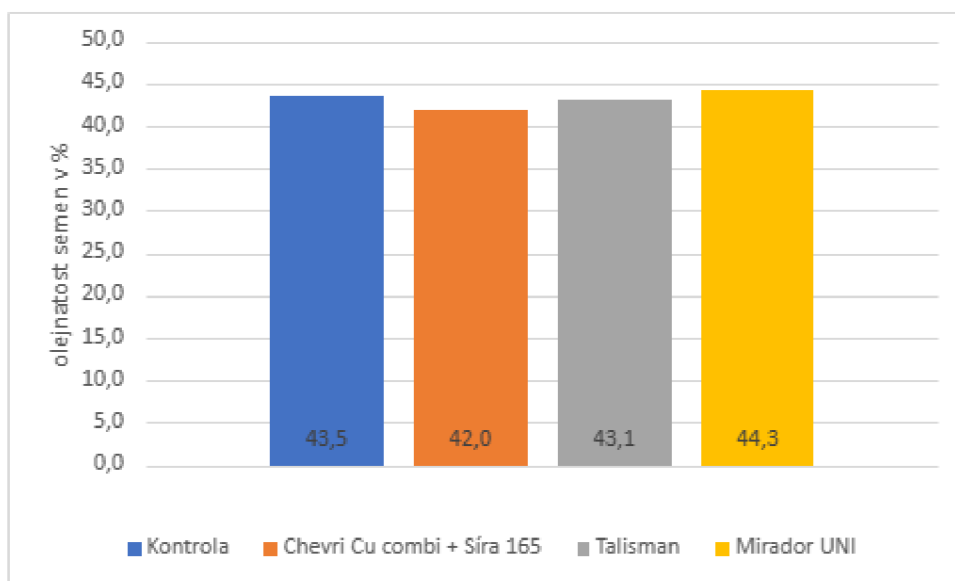
Graf č.4: Porovnání olejnatosti semen (%) mezi variantami 170 kg N/ha a 120 kg N/ha



Na grafu číslo 5 jsou prezentovány výsledky měření olejnatosti semen řepky ozimé z pokusných variant 1 až 4, při kterých bylo aplikováno jarní hnojení dusíkem v dávce 170 kg/ha. Detailní výsledky jsou následující:

1. **Kontrolní varianta (bez fungicidního ošetření):** Olejnatost dosáhla hodnoty 43,5 %.
2. **Varianta (ošetření mědí a sírou):** Zaznamenána olejnatost ve výši 42 %, což představuje snížení o 1,5 % oproti kontrolní variantě.
3. **Varianta (ošetření biostimulantem):** Olejnatost byla 43,1 %, což je o 0,4 % méně než u kontrolní varianty.
4. **Varianta (s fungicidním ošetřením):** Olejnatost semínek byla nejvyšší, a sice 44,3 %, což je o 0,8 % více než u kontrolní varianty.

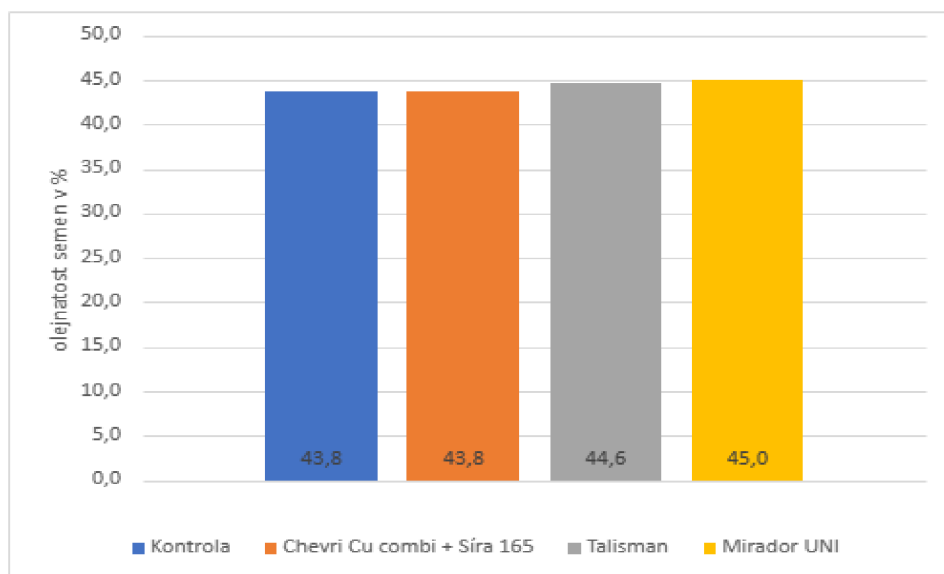
Graf č.5: Olejnatost semen (%) u variant 1 - 4 (170 kg N/ha)



Na grafu číslo 6 jsou prezentovány výsledky měření olejnatosti semen řepky ozimé z pokusných variant 1 až 4, při kterých bylo aplikováno nízké jarní hnojení dusíkem v dávce 120 kg/ha. Detailní výsledky jsou následující:

5. **Kontrolní varianta (bez fungicidního ošetření):** Olejnatost dosáhla hodnoty 43,8 %.
6. **Varianta (ošetření mědí a sírou):** Zaznamenána olejnatost ve výši 43,8 %, shodné s kontrolní variantou.
7. **Varianta (ošetření biostimulantem):** Olejnatost byla 44,6 %, což je o 0,8 % vyšší než u kontrolní varianty.
8. **Varianta (s fungicidním ošetřením):** Olejnatost byla nejvyšší, a sice 45 %, což je o 1,2 % více než u kontrolní varianty.

Graf č.6: Olejnatost semen (%) u variant 5 – 8 (120 kg N/ha)



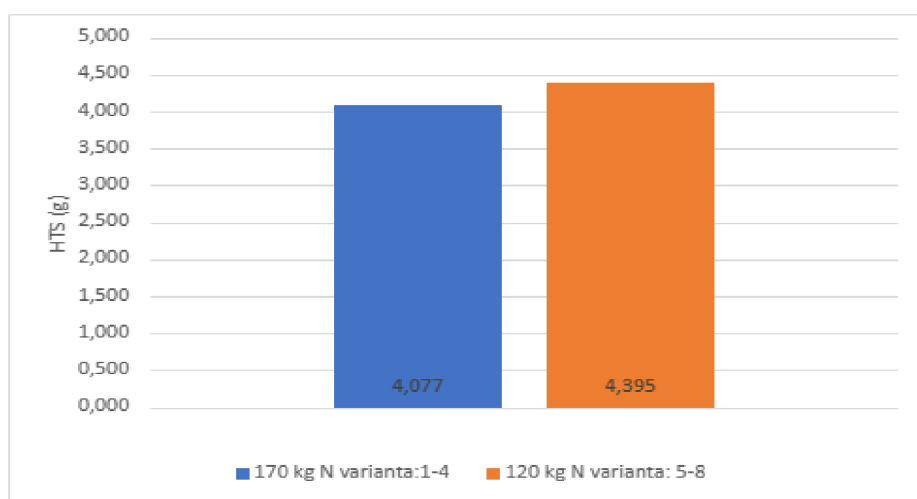
5.4 Hmotnost tisíce semen

Dalším sledovaným znakem byla hmotnost tisíce semen, která byla stanovena spolu s olejnatostí na Fakultě potravinových a přírodních zdrojů dne 2.11.2023.

V tabulce 13 je HTS pro jednotlivé varianty pokusů zaznamenána spolu s výnosem a olejnatostí. Největší HTS 4,713 g byla na variantě 8 (120 kg N/ha a fungicidní ošetření Mirador UNI) a nejnižší 3,497 g byla na variantě 3 (170 kg N/ha a fungicidní ošetření biostimulantem Talisman).

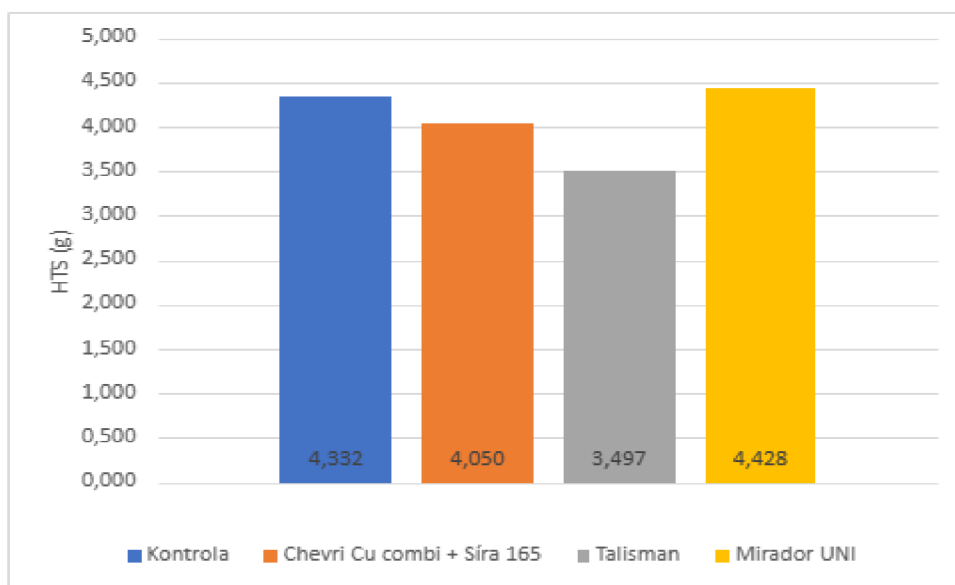
Na grafu č. 7 je znázorněn rozdíl HTS mezi jarními dávkami dusíku. Na variantách pokusů 1-4 (170 kg N/ha) byla zprůměrovaná HTS 4,077 g a na variantách pokusů 5-8 (120 kg N/ha) byla HTS 4,395. Rozdíl mezi variantami byl 0,318 g.

Graf č.7: Porovnání HTS (g) mezi variantami 170 kg N/ha a 120 kg N/ha



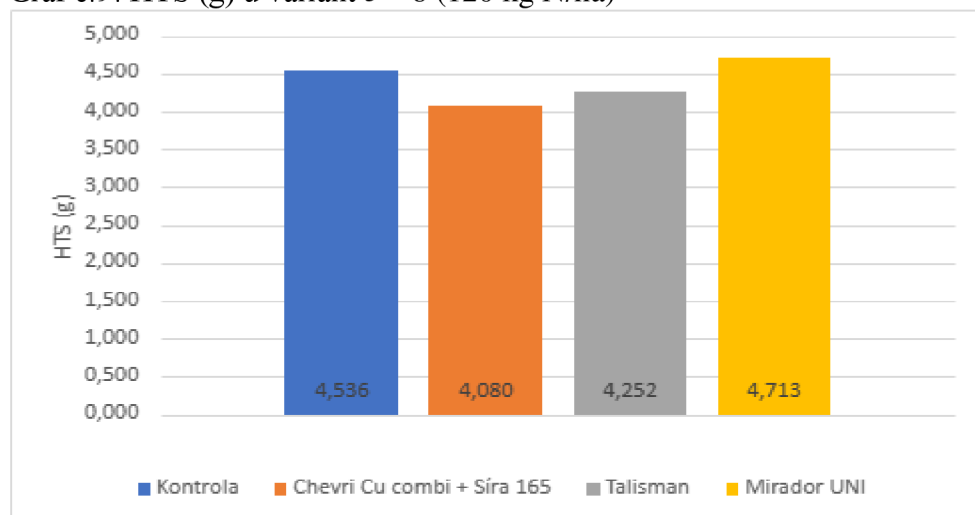
Na grafu č. 8 jsou znázorněny HTS u pokusů 1-4, kde proběhlo jarní hnojení N na 170 kg/ha. U kontrolní varianty (bez fungicidního ošetření) byla HTS 4,332 g. U varianty 2, kde byla aplikována v květu měď a síra dosáhla HTS 4,050 g, což je o 0,282 g méně než u kontrolní varianty. U varianty 3, ošetřena biostimulantem Talisman byla HTS 3,497 g, oproti kontrolní variantě byla HTS nižší o 0,835 g. tato varianta pokusu měla nejnižší HTS. U varianty 4, ošetřena fungicidem Mirador UNI byla z této skupiny výsledků (varianty 1-4) nejvyšší HTS, konkrétně 4,428 g a byla o 0,096 g vyšší.

Graf č.8: HTS (g) u variant 1 - 4 (170 kg N/ha)



Graf č. 9 vyjadřuje hodnoty HTS ze skupiny pokusů 5-8, kde na jaře byla aplikována dávka N 120 kg/ha. Kontrolní varianta měla HTS 4,536 g a byla druhá nejvyšší. Varianta 5 (ošetření mědí a sírou) měla HTS 4,080 g. Rozdíl mezi kontrolní variantou a variantou 5 byla 0,456 g. Varianta 6 (ošetřena biostimulantem Talisman) měla HTS 4,252 g a byla oproti kontrolní variantě nižší o 0,284 g. U varianty 6, kde proběhlo ošetření fungicidem byla HTS 4,713 g a byla o 0,177 g vyšší než kontrolní varianta.

Graf č.9: HTS (g) u variant 5 – 8 (120 kg N/ha)



5.5 Zdravotní stav strniště po sklizni

Dne 29.7.2023 byl zjišťován pomocí míry 1 m².

Tabulka 14, kde jsou uvedeny výsledky z jednotlivých variant, uvádí, že u všech variant, kromě varianty 8, kde proběhlo jarní hnojení na 120 kg N/ha a fungicidní ošetření před květem fungicidem Mirador UNI, bylo strniště ze 100 % suché. U varianty 8 bylo 2,12 % zelených stonků.

Tab.14: Průměrný stav strniště po sklizni na m² v %.

	Označení pokusu	Suché stonky	Zdravé stonky
1	Kontrola 170 kg N	100	0
2	Cu+S 170 kg N	100	0
3	Biostimulant 170 kg N	100	0
4	Fungicid 170 kg N	100	0
5	Kontrola 120 kg N	100	0
6	Cu+S 120 kg N	100	0
7	Biostimulant 120 kg N	100	0
8	Fungicid 120 kg N	97,88	2,12

5.6 Ekonomické zhodnocení

V tabulce 15 jsou uvedeny ceny použitých hnojiv, které byly aplikovány na pokusný pozemek a jejich přepočtená cena na MJ.

Tab.15: Ceník použitých hnojiv (Kč) za rok 2023

hnojivo	Cena na 1 t hnojiva	Cena na 1 MJ
Urea stabil	26 300	26,3 kč/kg
LAV	12 000	12 kč/kg
DAM 390	18 650	13,3 kč/l

V tabulce 16 jsou uvedeny ceny POR a jejich přepočty na aplikovanou dávku, které byly aplikované na pokusné pozemky před květem. Přípravek Chevri Cu combi a Síra 165 byla aplikovaná i po odkvětu ve stejných dávkách.

Tab.16: Ceník fungicidních přípravků (Kč) na ochranu rostlin za rok 2023

POR	Cena (Kč) na 1 litr
Chevri Cu combi	450
Síra 165	46
Talisman	256
Mirador UNI	1 680

V tabulce 18 je uvedena cena semen řepky ozimé v období žní, která činila 11 000 Kč. Cena oproti roku 2022 je téměř o polovinu nižší kdy výkupní cena byla 20 000 Kč.

Tab.18: Ceník řepky ozimé v období žní v roce 2023

komodita	Cena za 1 tunu v Kč
Řepka ozimá	11 0000

Tabulka 19 uvádí ceny dávek aplikované na pokusech vysokého jarního hnojení N (1-4) a pokusech nízkého jarního hnojení N (5-8) a celkový součet cen aplikovaných hnojiv. Rozdíl v nákladech byl mezi vysokém a nízkém hnojení byl 2 687 Kč.

Tab. 19: Cena (Kč) aplikovaného hnojiva na skupiny pokusů podle dávky jarního hnojení

Varianta pokusu	Dávka N	Urea stabil	LAV	DAM 390	celkem
1 až 4	170 kg	3945	2400	1596	7941
5 až 8	120 kg	2630	1560	1064	5254

Tabulka 20 uvádí ceny aplikovaných přípravků na jednotlivých variantách pokusů. Cena aplikace postřikovačem byla 200 Kč/ha. U kontrolních variant 1 a 5 aplikace neproběhla. Měď a síra na pokusech 2 a 6 byla aplikována před květem a po druhé po odkvětu. Největší náklady na ochranu byly vynaloženy na variantách 4 a 8, kde byl aplikován fungicid Mirador UNI. Cena tohoto přípravku byla v roce 2023 1 680 Kč.

Tab. 20: Cena (Kč) aplikovaných POR na jednotlivých variantách pokusu

	Varianta pokusu	POR	cena v aplikované dávce + cena práce	celkem
1	Kontrola 170 kg N	-	-	-
2	Cu+S 170 kg N	Chevri Cu combi + Síra 165 aplikace 2x	992 + 400	1392
3	Biostimulant 170 kg N	Talisman	1280 + 200	1480
4	Fungicid 170 kg N	Mirador uni	1680 + 200	1880
5	Kontrola 120 kg N	-	-	-
6	Cu+S 120 kg N	Chevri Cu combi + Síra 165 Aplikace 2x	992 + 400	1392
7	Biostimulant 120 kg N	Talisman	1280 + 200	1480
8	Fungicid 120 kg N	Mirador uni	1680 + 200	1880

V tabulce 21 jsou sečteny náklady aplikovaných hnojiv a náklady na fungicidní ochranu řepky ozimé.

Tab.21: Celkové náklady (Kč) na ošetření jednotlivých variant pokusů

	Varianta pokusu	Cena aplikovaného hnojiva (Kč)	Cena aplikovaného POR (Kč)	Celkem (Kč)
1	Kontrola 170 kg N	7941	-	7941
2	Cu+S 170 kg N	7941	1392	9333
3	Biostimulant 170 kg N	7941	1480	9421
4	Fungicid 170 kg N	7941	1880	9821
5	Kontrola 120 kg N	5254	-	5254
6	Cu+S 120 kg N	5254	1392	6646
7	Biostimulant 120 kg N	5254	1480	6734
8	Fungicid 120 kg N	5254	1880	7134

V tabulce 22 je sledováno u varianty pokusů 1 – 4 (170 kg N/ha) navýšení zisku nebo ztráty na ošetřených variantách oproti kontrolní variantě, kde nebylo provedeno ošetření.

U žádné z ošetřených variant nedošlo k navýšení zisku oproti kontrolní variantě, ale naopak ekonomické ztrátě. Nejvyšší ekonomická ztráta (3680 Kč) byla na variantě ošetřené biostimulantem Talisman.

Tab.22: Porovnání zisku/ztráty u variant 1 - 4 (170 kg N/ha) oproti kontrole

	Varianta pokusu	Navýšení/pokles výnosů (t/ha)	Navýšení/pokles příjmů (Kč/ha)	Navýšení nákladů (Kč/ha)	Zisk/ ztráta (Kč/ha)
1	Kontrola 170 kg N	0	0	0	0
2	Cu+S 170 kg N	0,1	1100	1392	-292
3	Biostimulant 170 kg N	-0,2	-2200	1480	-3680
4	Fungicid 170 kg N	0,1	1100	1880	-780

V tabulce 23 je sledováno u varianty pokusů 5 – 8 (120 kg N/ha) navýšení zisku nebo ztráty na ošetřených variantách oproti kontrolní variantě, kde nebylo provedeno ošetření.

U variant ošetřených mědí a sírou a biostimulantem došlo k finanční ztrátě. U varianty, kde proběhlo fungicidní ošetření přípravkem Mirador UNI, došlo ke zvýšení zisku o 320 Kč.

Tab.23: Porovnání zisku/ztráty u variant 5 - 8 (120 kg N/ha) oproti kontrole

	Varianta pokusu	Navýšení/pokles výnosů (t/ha)	Navýšení/pokles příjmů (Kč/ha)	Navýšení nákladů (Kč/ha)	Zisk/ ztráta (Kč)
5	Kontrola 120 kg N	0	0	0	0
6	Cu+S 120 kg N	-0,2	-2200	1392	-3592
7	Biostimulant 120 kg N	-0,2	-2200	1480	-3680
8	Fungicid 120 kg N	0,2	2200	1880	320

Ekonomická ztráta vznikla na většině variant kvůli tomu, že nedošlo k očekávanému navýšení výnosu oproti kontrolní neošetřené variantě, ale ke snížení výnosu a navíc na ošetřených variantách vznikly náklady vynaložené na jejich ošetření.

6 Diskuze

Z uvedených výsledků pokusů k této bakalářské práci prováděny v období 2022/2023 vyplývá že snížením dávky dusíku na jaře jsou rostliny odolnější vůči houbovým patogenům, zvláště když provedeme účinnou fungicidní ochranu, která riziko napadení sníží. Zvláštním zjištěním bylo, že u obou variant (rozděleny dle dávky dusíku na jaře) mělo ošetření mědí spolu se sírou a ošetření biostimulantem negativní účinek ve všech sledovaných posklizňových znacích oproti kontrolním variantám, kde nebylo provedeno fungicidní ošetření před květem. Tento výsledek byl nejspíš ovlivněn velikostí kontrolních variant, které oproti rozlohám ostatních pokusů byly několikanásobně menší. Důvody takto malých rozloh pokusných pozemku byly, že pěstitel provede vždy nějakou fungicidní ochranu a nedostatečnou velikostí zvoleného pozemku.

Při sledování rostlin na m^2 byla průměrná hustota 48 rostlin. Porost byl po zimě vyrovnaný avšak při sledování došlo k výkyvům na pozemku. Nejvyšší počet byl 54 rostlin a nejnižší počet 45 rostlin na m^2 . Tento stav mohl být ovlivněn při setí, protože porost nebyl založen přesným secím strojem a také při samotném stanovení počtu rostlin, jelikož stanovení probíhalo nahodile a počet mohl proběhnout, kde byla hustota vyšší nebo nižší. Chen et al. (2020) ve své práci uvádějí, že při hustotě 30-40 rostlin na m^2 je optimální. Oproti této studii byl počet vyšší, jelikož průběh zimy byl normální a porost před zimou byl v dobré kondici.

Černý et al. (2016) uvádí, že pro dosažení výnosu nad 4 t je potřeba dodat 200–250 kg dusíku na jaře. Dále apeluje, že při takto vysokých dávkách je nutné dodržovat pravidla a využít systém dělených dávek. V rámci tohoto pokusu byl sledován rozdíl mezi vysokou dávkou hnojení na 170 kg/ha a nízkou 120 kg/ha, kdy rozdíl mezi dávkami byl 50 kg N na hektar. Původně bylo zamýšleno, aplikovat na pokusný pozemek čtvrté hnojení hnojivem DAM 390 v dávce 120 l/ha u pokusů vysokého hnojení a u pokusů nízkého hnojení 80 l/ha. Kvůli deštivému počasí na jaře v roce 2023 tato aplikace neproběhla.

Bečka et al. (2007) ve své publikaci uvádějí, že v teplých oblastech je fungicidní ochrana nezbytná a pokud není provedena, výnosy klesnou o 10–20 %. Tento názor nebyl potvrzen a však k poklesu výnosu došlo. U skupiny pokusů, kde proběhlo vysoké hnojení dusíkem klesl výnos o 3 % u neošetřené varianty oproti ošetřené fungicidem Mirador UNI. A u skupiny pokusů byl rozdíl 6 %. Zvláštním zjištěním bylo, že ošetření mědí a sírou u varianty vysokého hnojení N nemělo na výsledný výnos vliv oproti neošetřené variantě a u ošetření porostu biostimulantem byl výnos dokonce o 0,2 tuny nižší než u neošetřené varianty u pokusů stejné dávky dusíku. U pokusů, které byly ošetřeny mědí a sírou a biostimulantem, hnojené na 120 kg N/ha, byl nižší shodně o 0,2 t/ha. Na toto zjištění měla s největší pravděpodobností rozloha kontrolních pokusů bez ošetření.

Howard et al. (1994) ve svém výzkumu dospěli k závěru, že závažnost chorob se zvyšovala s aplikovanými dávkami N, ale fungicidy snižovaly závažnost, čímž se snižoval dopad na výnos. Tento závěr byl potvrzen na pokusu k této bakalářské práci.

Miller a Loomis (1971) formulovali hypotézu s názvem Dusíková chorobná hypotéza. V rámci této hypotézy se zjistili, že nadměrný dusík ovlivňuje negativně odolnost rostlin vůči houbovým patogenům, zvýšená dostupnost dusíku pro patogeny a zhoršený fyziologický stav rostlin. Dusíková chorobná hypotéza byla v rámci tohoto potvrzena. U pokusů snížené dávky

dusíku na jaře na 120 kg/ha byl průměrný výnos vyšší o 0,15 t/ha než na variantách pokusů vysokého hnojení dusíkem.

Delin et al. (2008) při svém tříletém výzkumu na pšenici ozimé zjistili, že aplikace fungicidů vedlo ke zvýšení výnosů a lepší translokaci dusíku v rostlině. Tento závěr byl potvrzen na pokusech, kde proběhlo ošetření fungicidem Mirador UNI oproti kontrolním variantám.

Po provedení jednoletého pokusu v roce 2023 mohu potvrdit, že snížením dávky dusíku při jarním hnojení podpořenou ochranou fungicidem můžeme docílit lepšího zdravotního stavu řepky čímž dosáhnout lepších výnosů, olejnatosti a HTS. Což se i odráží na následném zisku, kdy ceny hnojiv rostou a zvyšují se tím náklady na pořízení hnojiv. Dále bych chtěl konstatovat, že neprovádět fungicidní ochranu by bylo nežádoucí. Jak uvádí ve své publikaci Kazda et al. (2010) způsobuje v posledních letech největší škody bílá sklerociová hniloba (*Sclerotinia sclerotiorum*) jejíž sklerocia mohou v půdě zůstat až 10 let. Pro přesnější výsledky by bylo dobré tento pokus opakovat i v dalších letech.

7 Závěr

V této bakalářské práci na téma “Účinek fungicidní ochrany u řepky ozimé ve vztahu k různé úrovni dusíkatého hnojení” byl sledován vliv dávky jarního hnojení řepky ozimé, vliv ošetření fungicidní ochrany proti houbovým patogenům a interakce mezi sebou. Jednalo se o jednoletý pokus, který byl prováděn jako poloprovozní na pozemku soukromě hospodařícího rolníka Vratislava Kříže v Radimi u Jičína v Královéhradeckém kraji. Pokus byl realizován v hospodářském roce 2022/2023. Sledovanou hybridní odrůdou byla LG Ambassador, která se prezentuje vysokým a vyrovnaným výnosem. Hlavními sledovanými znaky byly výnos, olejnatost, HTS, zdravotní stav strniště po sklizni a ekonomické zhodnocení.

Z výsledků posklizňových parametrů vyplývá, že snížením dávky dusíkatého hnojení na jaře dojde průměrně ke zvýšení jednotlivých výnosových prvků. Nejvyšších posklizňových hodnot bylo dosaženo na variantě, kde proběhlo nízké jarní hnojení a ošetření fungicidem Mirador UNI. Jednotlivé hodnoty na této variantě byly: výnos 3,7 t/ha, olejnatost 45 % a HTS 4,713 g.

Z ekonomického hlediska po odečtu z příjmů prodeje semen řepky a nákladů na hnojení a ošetření vyplývá, že snížením dávky dusíku a ošetření fungicidním přípravkem Mirador UNI dojde ke zvýšení zisku.

Výsledky, zvláště u kontrolních variant, kde velikosti pozemku byly několikanásobně menší než u ostatních variant, mohly být značně ovlivněny umístěním na pokusném pozemku a průběhu počasí. Od února až dubna panovaly vysoce nadprůměrné dešťové srážky a naopak v květnu a červnu jich byl nedostatek. Dále se jednalo o jednoletý pokus, takže dlouhodobým sledováním by bylo dosaženo přesnějších výsledků.

Závěrem lze konstatovat, že snížením dávky dusíku, kdy cena hnojiv je vysoká a ošetřením porostu fungicidním přípravkem můžeme dosáhnout uspokojivých parametrů. Dále bylo zjištěno, že snížením dávky dusíku jsou rostliny schopny lépe odolávat houbovým patogenům a kvalitním ošetřením zajistit dobré parametry.

8 Literatura

- Allen EJ, Morgan DG 1975. A quantitative comparison of the growth, development and yield of different varieties of oilseed rape. *J. Agric. Sci.* **85**:159—174.
- Alpmann L, Baranyk P, Bothe C, Feifer A. 2006. Raps –Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
- Baranyk P, Balík J, Hájková M, Havel J, Kazda J, Lošák T, Málek B, Markytán P, Plachká E, Richter R, Soukup J, Stražil Z, Šaroun J, Škeřík J, Šmirous P, Štranc P, Volf M, Vrbovský V, Zehnálek P, Zelený V. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha.
- Baranyk P, Fábry A. 1998. History of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivation and breeding from medieval Europe to Canberra. *Conservation Biology* **4**: 374.
- Baranyk P, Fábry A. 2007. Řepka-pěstování- využití - ekonomika. Profipress, s.r.o., 208 s.
- Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Kurent, Praha.
- Bečka L, Šulc M, Diviš J. 2014. Vegetační fáze a růstové fáze ozimé řepky. *Rostlinná výroba* **63**: 1-12.
- Brown AR, Denholm I, Cook SM. 2019. Insecticide resistance in oilseed rape pests: mechanisms, monitoring, and management strategies. *Pest Management Science* **35**: 210-225.
- Brown M, Jones D, Smith J, Williams C. 2019. Effects of nitrogen application on seed production and quality in oilseed rape. *European Journal of Agronomy* **107**: 103-424.
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlář O, Procházková S. 2023. Využití dusíku rostlinami ozimé řepky. *Agromanuál.CZ*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vyuziti-dusiku-rostlinami-ozime-repky> (accessed January 2024).
- Černý J, Balík J, Kovářik J, Kulhánek M. 2016. Hnojení ozimé řepky na jaře. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-jare>. (accessed January 2024).
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlář O. 2018. Hnojení ozimé řepky na podzim. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim>. *Agromanuál.cz*.(accessed January 2024).
- Chloupek O. 1995. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia, Praha.
- Delin S, Nyberg A, Lindén B, Ferm M, Torstensson G, Lerenius C, Gruvaeus I. 2008. Impact of crop protection on nitrogen utilisation and losses in winter wheat production. *European Journal of Agronomy* **28**: 361-370.

- Derbyshire M. 2015. Control of Sclerotinia stem rot in oilseed rape -Initial investigations and plans for future work at the Centre for Crop and Disease Management. Rapeseed Congress Saskatoon: 326-541.
- Diepenbrock W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research* **67**: 35-49.
- Diepenbrock W, Fischbeck G, Heyland KU, Knauer N. 1999. *Spezieller Pflanzenbau* Eugen Ulmer Company Stuttgart: 524.
- Divon HH, Fluhr R. 2007. Nutrition acquisition strategies during fungal infection of plants. *FEMS microbiology letters* **266**: 65-74.
- Eynck C, Koopmann B, Karlovsky P, Tiedemann A. 2009. Internal resistance in winter oilseed rape inhibits systemic spread of the vascular pathogen *Verticillium longisporum*. *Phytopathology* **99**: 802-811.
- Fiala T. 2020. Hospodářsky významné choroby řepky. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/hospodarsky-vyznamne-choroby-repky>. (accessed January 2024).
- Fleitas MC, Schierenbeck M, Gerard GS, Dietz JI, Golik SI, Campos PE, Simón MR. 2018. How leaf rust disease and its control with fungicides affect dough properties, gluten quality and loaf volume under different N rates in wheat. *Journal of Cereal Science* **80**: 119-127.
- Fontanetto H, Keller O, Gagliano C, Orozco D. 1998. Fertilización de avena en siembra directa: diferentes fuentes nitrogenadas y momentos de aplicación. *Revista Nuestro Agro* **70**: 173.
- Friedt W, Snowdon RJ. 2009 Oilseed rape. Vollmann J, Rajcan I (eds) *Handbook of plant breeding. Oil crops vol 4*. Springer, New York.
- Fábry A, Bratoška J, Bechyně M, Janovec J, Kadlec T, Kosek Z, Kováčik A, Kohout V, Kutina J, Novák J, Malěř J, Pawlica R, Schreier J, Souček J, Sýkova L, Šedivý J, Škaloud V, Táborský V, Vašák J, Vincenc J, Voškeruša J, Zbuzek B, Zupalová H. 1992. *Olejniny*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
- Fábry A. 1963. *Olejniny. Rostlinná výroba 1*, Praha.
- Gupta S, Kumar S, Kumar R, Kumar A. 2021. Factors influencing oil content in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Food Science and Technology* **58**: 170-181.
- Harper JL. 1977. *Population biology of plants. Population biology of plants*.
- Hejnák V, Zámečnicková B, Zámečník J, Hnilička F. 2005. *Fyziologie rostlin. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*.
- Holmes MRJ, Ainsley AM. 1977. Fertilizer requirements of spring oilseed rape. *J. Sci. Food Agric* **28**: 301—311.

- Howard DD, Chambers AY, Logan J. 1994. Nitrogen and Fungicide Effects on Yield Components and Disease Severity in Wheat. *Journal of Production Agriculture* **7**: 448-454.
- Hrudová E, Seidenglanz M, Kolařík P, Plachká E. 2023. Dřepčici rodu *Phyllotreta* a dřepčík olejkový - jaká je současná situace s rezistencí vůči insekticidům?. *Agromanuál.cz*. Available from [Dřepčici rodu *Phyllotreta* a dřepčík olejkový - jaká je současná situace s rezistencí vůči insekticidům? - Články - Agromanuál.cz \(agromanual.cz\)](https://agromanual.cz/clanky/drepčici-rodu-phyllotreta-a-drepčík-olejkový-jaká-je-současná-situace-s-rezistencí-vůči-insekticidům/) (accessed January 2024).
- Hřivna L, Richter R. 2013. Zásady pro racionalizaci výživy plodin. Profi Press. Available from <https://zemedelec.cz/zasady-pro-racionalizaci-vyzivy-plodin-2/>. (accessed December 2023).
- Chen Z, Wang X, Wang G, Li X, Zhang L, Wang J. 2020. Effects of planting density and nitrogen fertilisation on yield and quality of oilseed rape. *Conservation Biology* **34**: 1287-1296.
- Ibrahim AF, Abusteit EO, Elmentwally MA. 1989. Response of rapeseed (*Brassica napus*) to growth, yield, oil content and its fatty acid to nitrogen rates and application times. *J. Agron. Crop Sci.* **162**: 107—112.
- Iniguez Luy FL, Federico ML. 2011. The genetics of *Brassica napus*. In: Bancroft I, Schmidt R (eds) *Genetics and genomics of the Brassicaceae*. Springer, New York.
- Jones B, Brown C. 2018. Genotypic Variation in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Responses to Low Temperature and Photoperiod. *Frontiers in Plant Science* **9**: 1349.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Proffi Press, Praha.
- Kurpjuweit H. 2009. *Řepka - plodina s budoucností*. Münster Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Limagrain Česká Republika. 2023. LG Ambassador. Available from <https://lgseeds.cz/wp/ig-ambassador/> (accessed March 2024).
- Li J, Hu W, Lu Z, Meng F, Cong R, Li X, Ren T, Lu J. 2022. Imbalance Between Nitrogen and Potassium Fertilization Influences Potassium Deficiency Symptoms in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) leaves. *The Crop Journal* **10**: 565-576.
- Li X, Zhao H, Wang Q, Wang Y. 2022. Genetic control of seed number per silique in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Scientific Reports* **12**: 154–167.
- Miller FL, Loomis RS. 1971. Nitrogen and the efficiency of photosynthesis. *Plant Physiology* **48**: 59-62.
- Müller M, Oerke EC, von Tiedemann A. 2020. Fungicide Resistance Management in Oilseed Rape: Current Challenges and Future Directions. *Crop Protection* **18**: 315-328.

- Neumann S, Paveley ND, Beed FD, Sylvester-Bradley R. (2004). Nitrogen per unit leaf area affects the upper asymptote of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* epidemics in winter wheat. *Plant pathology* **53**: 725-732.
- Novák J, Skalický M. 2008. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint, Praha.
- Prakash S, Hinata K. 1980. Taxonomy, cytogenetics, and origin of crop Brassica, a review. *Opera Bo* **55**:1–59
- Rathke GW, Christen O, Diepenbrock W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research* **94**: 103–113.
- Ren T, Lu J, Li H, Zou J, Xu H, Liu X, Li X. 2013. Potassium-fertilizer management in winter oilseed-rape production in China. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **176**: 429-440.
- Roberts TL, Johnson EA. 2015. Phosphorus Use Efficiency nad Management in Agriculture. *Resources, Conservation and Recycling* **105**: 275-281.
- Rutkowska A, Skowron P. 2020. Productive and Environmental Consequences of Sixteen Years of Unbalanced Fertilization with Nitrogen and Phosphorus – Trials in Poland with Oilseed Rape, Wheat, Maize and Barley. *Agronomy* **10**:17-47.
- Růžek P, Kusá H, Mühlbachová G, Vavera R. 2023. Podzimní přihnojení řepky. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim> (accessed January 2024).
- Scott RK, Ogunremi EA, Ivins JD, Mendham NJ. 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. *J. Agric. Sci.* **81**: 287—293.
- Seidenglanz, M., R. Bajerová, M. Munoz, J. Šafář. 2021. Causa: Stonkoví krytonosci 2020. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/causa-stonkovi-krytonosci-2020>. (accessed January 2024).
- Sheppard SC, Bates TE. 1980. Yield and chemical composition of rape in response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Can. J. Soil. Sci.* **60**: 153—162.
- Smith A, Thomas J, Jones R. 2016. Effect of temperature on winter oilseed rape development. *Journal of Agricultural Science* **154**: 854-868.
- Smith J, Jones B, Brown M, White D, Green E. 2020. Influence of genotype and nitrogen fertilization on thousand seed weight in winter oilseed rape. *Field Crops Research* **274**: 107-939.

- Smith J, Jones D, Brown W, Lee S. 2021. Advances in Chemical Plant Protection: Current Strategies and Future Prospects. *Journal of Agricultural Science* **25**: 567-589.
- Smith ME, Henkel TW, Rollins JA. 2015. How many fungi make sclerotia?. *Fungal Ecology* **13**: 211–220.
- Snowdon R, Snape JW, Freckleton RP. 2007. Genetic and genomic resources of oilseed Brassicas. *Conservation Biology* **21**: 1017-1027.
- Solomon PS, Tan KC, Oliver RP. 2003. The nutrient supply of pathogenic fungi; a fertile field for study. *Molecular Plant Pathology* **4**: 203-210.
- Song K, Osborn TC. 1992. Polyphyletic origins of *Brassica napus*: new evidence based on organelle and nuclear RFLP analyses. *Genome* **35**: 992-1001.
- Spitzer T. 2013. Možnosti determinace hlízenky a verticilia na řepce, výsledky monitoringu na verticilium – Sborník SPZO Hluk 2013. Garret Kostelec nad Černými Lesy.
- Šedivý J. 2000. Škůdci ozimé řepky. Agrospoj Praha, Praha.
- Taylor AJ, Smith CJ, Wilson IB. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Fert. Res.* **29**: 249—260.
- Thomas CL, Alcock TD, Graham NS. 2016. Root morphology and seed and leaf ionic traits in a *Brassica napus* L. diversity panel show wide phenotypic variation and are characteristic of crop habit. *BMC Plant Biol* **16**: 214.
- Tickel J. (2000). From the fryer to the fuel tork. The complete guide to using vegetable oil as an alternative fuel, USA.
- Vaculík A. 2023. Možnosti herbicidní ochrany ozimé řepky v podzimním období. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-herbicidni-ochrany-ozime-repky-v-podzimnim-obdobi> (accessed January 2024).
- Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha.
- Vašák J, Baranyk P, Bartoška J, Bečka D, Bechyně M, Filípek I, Kamler F, Kuchtová P, Matula J, Mikšík V, Nerad D, Novák J, Nozdrovický L, Pawlica R, Prášil I, Prokinová E, Suškevič M, Šedivý J, Tuček P, Vincenc J, Zehnálek P, Zukalová H. 2000. Řepka. Agrospoj, Praha.
- Vašák J. 2001. Principy zakládání porostů ozimé řepky. Profi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/principy-zakladani-porostu-ozime-repky> (accessed December 2023).

- Vašák J, Fábry A, Zukalová H. 1984. Systém výroby řepky. ČSVTS a ČZU Praha.
- Vašák J, Kuchtová P, Zukalová H, Nerad D. 1999. Možnosti ovlivnění počtu rostlin a šesulí u řepky ozimé (*Brassica napus* L.) Agris.cz. Available from <http://www.agris.cz/> (accessed December 2023).
- Vašák J, Fábry A, Zukalová H, Morbacher J, Baranyk P. 1997. Systém výroby řepky – česká a slovenská pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky 1997-1999. SPZO Praha.
- Veresoglou SD, Barto EK, Menexes G, Rillig MC. 2012. Fertilization affects severity of diseases caused by fungal plant pathogens. *Conservation Biology* **26**: 207-219. d
- Volf M, Šulc J, Zajíček J. 1988. Vliv květu řepky na medonosnou činnost včel. *Acta Musei Silesiensis A* **51**: 225-231.
- Walters DR, Bingham IJ. 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Annals of applied biology* **151**: 307-324.
- Wang Q, Xu Y, Li Z, Xu Y, Zhang X, Yang X. 2019. Genotypic variation and environmental influence on thousand seed weight in winter rapeseed. *Field Crops Research* **236**: 107-221.
- Wright GC, Smith CJ, Woodroffe MR. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*) production in South-Eastern Australia. I. Growth and seed yield. *Irrig. Sci.* **9**: 1—13.
- Zehnálek P. 2022. Seznam doporučených odrůd řepky olejky – ozimé 2022. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno.
- Zhao H, Zhang Y, Wang F, Li Z, Ren X. 2018. Advances in understanding the genetic basis of oil content in rapeseed. *Frontiers in Plant Science* **9**: 11-29.

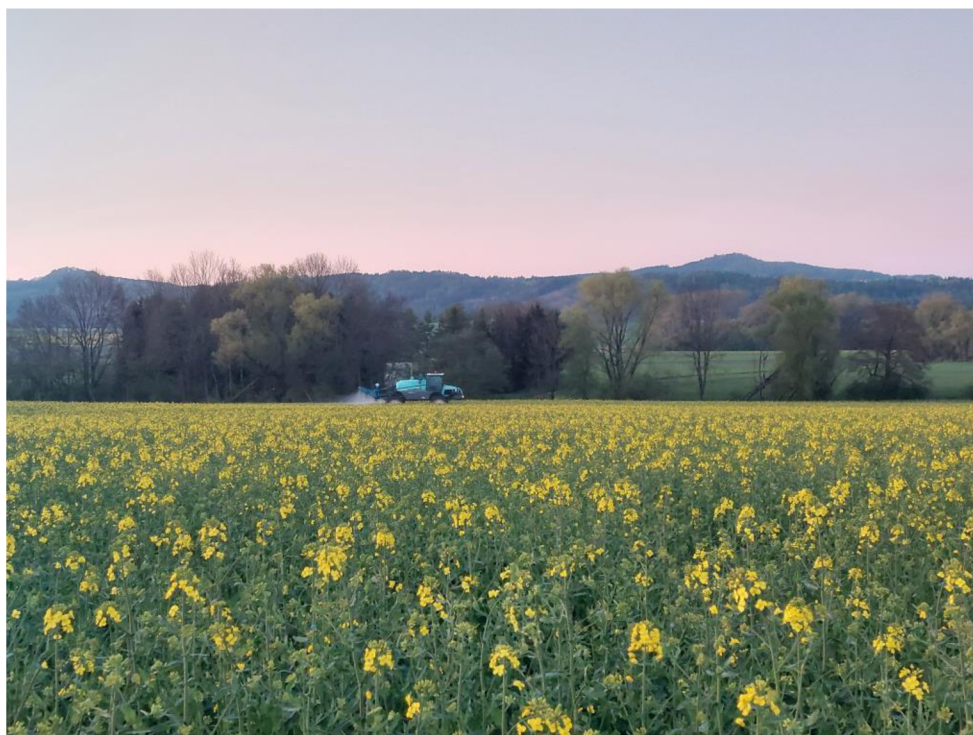
9 Samostatné přílohy



Obrázek č.3: Sledování počtu jedinců po zimě na $\frac{1}{4}$ m²



Obrázek č.4: Aplikace hnojiva DAM 390



Obrázek č.5: Aplikace fungicidního přípravku Mirador UNI



Obrázek č.6: Sklizeň jednotlivých variant pokusů



Obrázek č.7: Odběr vzorků pro zjištění olejnatosti semen a HTS



Obrázek č.7: Mobilní váhy



Obrázek č.8: Sledování zdravotního stavu stniště na m²