

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství - Rostlinolékařství

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**„Vliv způsobu ochrany rostlin na řepku olejku a emise
skleníkových plynů z jejího pěstování“**

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Autor diplomové práce:

Bc. Jakub Samec

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2017

Abstrakt:

Diplomová práce srovnává různé způsoby intenzity ošetření porostu řepky ozimé během jejího pěstebního cyklu. Zároveň byly vyhodnoceny jednotlivé varianty ochrany a byla určena jejich škodlivost. Práce se dále zabývá srovnáním produkce emisí skleníkových plynů. Výsledkem práce je vyhodnocení zatížení jednotky plochy emisemi, které jsou také přepočteny na jednotku výnosu řepky ozimé. Tyto závěry vychází z provozního pokusu založeného na pozemku rodinné farmy v obci Krty-Hradec.

Klíčová slova: Řepka olejka, *Meligethes aeneus*, *Sclerotinia sclerotiorum*, LCA, emise skleníkových plynů

Abstract:

The theses serves as a comparison of different ways in the intensity of *Brassica napus* protection through the vegetational period. There were various protection types evaluated and their harmfulness was specified. Theses confronts the production of greenhouse gases emissions. The result is the surface unit emissive burden assesment and its conversion into the *Brassica napus* yield unit. These conclusions are based on the practical experiment which was realised in the farm located in Krty-Hradec village.

Key words: Rapeseed, *Meligethes aeneus*, *Sclerotinia sclerotiorum*, LCA, greenhouse gases emission

Citát: Stromy vznikly převážně ze vzduchu. Když je spálíme, vrátí se zpátky do vzduchu, přičemž se uvolní sálavé teplo, což je sálavé teplo Slunce, kterého bylo třeba, aby se vzduch proměnil ve dřevo stromů. Trochu popela je zůstatek té části stromů, která neměla původ ve vzduchu ale v zemi.

(RICHARD P. FEYNMAN, nositel Nobelovy ceny za fyziku, Kniha: Radost z poznání)

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Janu Moudrému, Ph.D. za vstřícnost a trpělivost při konzultacích.

Děkuji také Ing. Jaroslavu Bernasovi za jeho cenné rady a v neposlední řadě také rodině, že mě dočasně zbavila povinností a poskytla čas na psaní této práce.

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Literární přehled	11
2.1	Olejniny	11
2.2	Dějiny pěstování a rozšíření řepky	12
2.3	Blýskáček řepkový	14
2.3.1	Možnosti ochrany	16
2.3.2	Integrovaná ochrana	17
2.3.3	Citlivost blýskáčků k insekticidům	18
2.4	Bílá hniloba řepky	19
2.4.1	Popis	19
2.4.2	Hostitelské rostliny	19
2.4.3	Biologie a příznaky	19
2.4.4	Možnost záměny	21
2.4.5	Preventivní ochrana řepky olejky.....	21
2.4.6	Signalizace	21
2.4.7	Biologická ochrana.....	22
2.4.8	Chemická ochrana	22
2.5	Emise ze zemědělství	23
2.6	Skleníkové plyny	23
2.6.1	Vodní pára (H ₂ O)	24
2.6.2	Oxidy dusíku	24
2.6.3	Oxid uhličitý (CO ₂)	25
2.6.4	Methan (CH ₄)	26
2.6.5	Ozon (O ₃)	26
2.6.6	Freony	27
2.7	LCA analýza.....	28
2.8	Biopaliva	29
2.8.1	Bionafta	30
3	Metodika	31
3.1	Charakteristika pokusného pozemku.....	31
3.2	Klimatické podmínky a průběh roku 2015/2016.....	32

3.3	Agrotechnika a vedení pokusu	33
3.4	Popis pokusu.....	36
3.5	Charakteristika odrůdy	37
3.6	Charakteristika použitých přípravků	38
3.6.1	RAPSAN PLUS	38
3.6.2	GALANT SUPER.....	39
3.6.3	LYNX.....	39
3.6.4	NURELEE D.....	40
3.6.5	PICTOR	40
3.7	Studie LCA.....	41
4	Výsledky a diskuse	42
4.1	Zhodnocení škodlivosti hlízenky obecné	43
4.2	Zhodnocení škodlivost blýskáčka řepkového.....	46
4.3	LCA – výsledky.....	50
5	Závěr	54
	Seznam literatury	57
5.1	Internetové zdroje.....	63
6	Přílohy.....	64

1 Úvod

Řepka ozimá (*Brassica napus*) je druhou nejpěstovanější plodinou v České republice. Pro laickou veřejnost plodinou minimálně nejdiskutovanější ne-li přímo nejdodsuzovanější. Ovšem pro většinu zemědělských podniků u nás plodinou naprosto klíčovou. Při správném hospodářském zastoupení, pěstování přináší pravidelně a stabilně kladný ekonomický výsledek. Což je dáno zejména stabilními hektarovými výnosy, v posledním čtyřletém období (20013-16) přesahující v průměru ČR 3 t/ha, a vysokými tržními cenami produktu.

Vedle ekonomického přínosu je důležitější fakt, že *Brassica napus* je rostlinou s vysokou předplodinovou hodnotou. Bohužel, dnes pak často jedinou zlepšující plodinou v osevním postu. Díky rozvětvenému a hlubokému kulovitému kořenu zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy téměř v celém orníčním profilu. Dlouze rozvětveným kořenovým vlášením váže živiny i z hlubších půdních horizontů, hlavně fosforu. A zabraňuje jejich vyplavování, zejména pak dusíku. Velká část řepky v podobě dobře rozložitelné organické hmoty zůstává na polích. Organická hmota obohacuje půdu a následné plodiny o mnoho živin. Působí taktéž jako porušovatel obilných sledů. Má fyto-sanitárními a biofumigační účinky.

Od začátku 21. století stále častěji způsobují hospodářsky významné škody houbové choroby. Fungicidy se ošetřuje především proti bílé sklerociové hnilobě (*Sclerotinia sklerocium*) v době květu. Tyto aplikace však omezují i další rozvoj fomové hniloby (*Phoma lingam*), plísně šedé (*Botrytis cinerea*) nebo černí (*Alternaria brassicae*) na stonku či šešulí. Zároveň, pak řepka patří již od 90. let minulého století k nejvíce ohroženým polním plodinám živočišnými škůdci, kteří mohou způsobovat významné poškození během celé vegetační doby. Ošetření řepky se soustřeďuje do čtyř období. Poškození vzcházejících porostů je již několik let účinně potlačováno insekticidním mořením (moření neonikotinoidy v současné době zakázáno – BOUMA, 2017) a správnou agrotechnikou. Stále nezbytné ječasné jarní ošetření proti stonkovým krytonoscům, aplikace insekticidů na začátku květu proti blýskáčkům a potlačování šešulových škůdců v době tvorby šešulí. Důsledkem pravidelného používání pesticidů je rostoucí nebezpečí vniku rezistence proti pesticidům, které se v blízké budoucnosti může stát velkým problémem. Opakované insekticidní a fungicidní ošetření se tak stalo nezbytnou součástí technologie pěstování ozimé řepky (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ 2010).

Jen v průběhu dvacátého století vzrostla populace Země z 1,6 na 6,1 miliardy. S rostoucím počtem obyvatel Země, roste i spotřeba zemědělských produktů, přírodních zdrojů a zvyšuje se environmentální zátěž (LUTZ a kol., 2013). Zemědělská výroba je nejen producentem potravin a tvůrcem krajiny, ale i významným původcem emisí skleníkových plynů. FRIEL a kol. (2009) uvádí, že zemědělství k tvorbě emisí přispívá v celosvětovém měřítku 10 - 12 %, přičemž do roku 2030 se dá očekávat nárůst ještě o polovinu těchto hodnot.

Snaha o omezování negativního vlivu zemědělství na životní prostředí je v současné době jedním z celosvětových trendů. Proto jsou v zemědělství hledány způsoby, jak dosáhnout snížení emisí skleníkových plynů jak v živočišné výrobě, tak i v rostlinné výrobě. Řepka olejka patří mezi nejnáročnější plodiny, co do vstupů hnojiv a pesticidů. Abychom mohli vyhodnotit účinnost případné změny hospodaření, je třeba přesně vyčíslit environmentální zátěž, resp. produkci skleníkových plynů v daném zemědělské systému hospodaření. Jako nástroj pro výpočet míry emisní zátěže byla využita zjednodušená metoda posuzování životního cyklu - Life Cycle Assessment (LCA),

2 Literární přehled

2.1 Olejnin

Olejnin jsou jednoleté plodiny z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Získává se z nich kvalitní potravinářský olej a jsou také vhodné jako surovina pro využití v oleochemickém průmyslu. Výlisky a šrot z řepkových semen jsou velmi dobrou složkou krmiv pro živočišnou výrobu. Do skupiny olejin patří velká škála tradičně pěstovaných (řepka, slunečnice, hořčice) a alternativních plodin (řepice, roketa setá, katrán, lnička setá, apod.) (KONVALINA, 2007).

V současné době se mezi hlavní nejpěstovanější olejin v ČR řadí řepka olejka, slunečnice roční, mák setý a hořčice bílá. Mimořádné postavení ze všech pěstovaných olejin, nejen z hlediska samotné pěstební výměry, má u nás řepka olejka, zvláště pak její ozimá forma, která zaujímá přes 80 % celkové výměry všech pěstovaných olejin v ČR. To je dáno jejích širším využitím (k potravinářským účelům i nepotravinářským účelům), stabilními hektarovými výnosy, vysokými tržními cenami produktu, ale i jejím příznivým působením jako přerušovače obilních sledů v osevních postupech (VRTÍLEK, 2016).

Plochy oseté řepkou, na rozdíl od celkové výměry využívané k pěstování zemědělských plodin, stále významně narůstají. Zatímco v letech 1947 - 1989 se s každým dalším rokem pěstovala řepka na ploše v průměru o 1,6 tis. ha větší než v tom předchozím. Po roce 1989 se její plochy zvětšovaly v průměru o 11,5 tis. ha za rok. V roce 2015 se řepka pěstovala bezmála na 400. tis. ha půdy. Skoro každý šestý hektar osetý v tom roce připadal na řepku (PROCHÁZKOVÁ, PRÁŠILOVÁ 2017).

V roce 2016 byla *Brassica napus* sklízena v ČR z 393 tis. ha s průměrným výnosem 3,46 t/ha o celkové produkci 1 359 tis. t (VALENTOVÁ, 2017).

2.2 Dějiny pěstování a rozšíření řepky

Řepka olejná (*Brassica napus L. var. napus*) je poměrně mladá olejnína mírného pásu. Ve větším rozsahu se začala pěstovat až v 19. století. K výraznějším nárůstům ploch i produkce řepky dochází v Evropě po roce 1970. Tehdy do praxe nastupují „0” odrůdy řepky s minimálním obsahem kyseliny erukové (BEČKA, 2007). A to zásluhou kanadských šlechtitelů, kterým se podařil snížit nežádoucí obsah kyseliny erukové do té míry, že řepkový olej byl již schopný po stránce kvality konkurovat oleji olivovému, slunečnicovému a sojovému. Tato mastná kyselina zhoršovala chuťové i zdravotní vlastnosti oleje (FÁBRY, 2007).

Od roku 1984 se postupně přecházelo na dvounulové odrůdy „00” s redukováným obsahem kyseliny erukové (až na 2 %) a na odrůdy s velmi sníženým obsahem glukosinolátů (s nejvýše 25 μmol na gram semene). Glukosinoláty, jako tzv. hořčičné silice výrazně zhoršovaly chuťové i zdravotní vlastnosti řepkových šrotů a výlisků. Ty pak následně mohly být použity jako plnohodnotné bílkovinné krmivo (BEČKA, 2007).

Drtivá většina odrůd vyskytujících se na našich polích v současné době patří mezi dvounulové liniové či hybridní odrůdy s běžným, pro řepku typickým složením mastných kyselin v oleji (BARANYK, KOPRNA 2007).

Tab. č.: 1 – Šlechtitelský pokrok u řepky olejné za posledních 30 let

Období (přibližně)	Charakteristika odrůd	Využití
Do roku 1975	„EG” odrůdy s nevyhovující kvalitou - vysoká obsah kyseliny erukové (KE) a glukosinolátů (GSL) ve šrotu	Malé možnosti využití, olej hlavně pro technické účely
Roky 1975 až 1985	„0” odrůdy se sníženým obsahem KE ale vysokým obsahem GSL	Rozšíření pro potravinářské využití, prakticky bez krmivářského uplatnění, zvýšení osevních ploch
Od roku 1995	Rozšíření hybridních odrůd (nejdříve na bázi MSL Lembke, později Ogu-INRA)	Stejně použít jako „00” odrůdy, uplatnění heterozního efektu v podobě vyšších výnosů, obecně lepší odolnost rostlin proti stresům
Od roku 2000	Výkonné liniové odrůdy s velmi nízkým obsahem GSL, nové trendy – změněna skladba mastných kyselin v oleji, žlutotemenné odrůdy, trpasličí odrůdy, využití GM technologií atd.	Nárůst osevních ploch, šlechtění odrůd se „speciálním složením” olejů, potravinářské účely, MEŘO pro výrobu bionafty, tolerance k herbicidům, mrazuvzdornost, odolnost vůči chorobám a škůdcům

(Zdroj: BARANYK, KOPRNA 2007)

2.3 Blýskáček řepkový

Meligethes aeneus (Fabricius)

Třída: Hmyz – *Insecta*

Řád: Brouci – *Coleoptera*

Čeleď: Lesknáčkovití – *Nitidulidae*

Imágo

Velikost: 2 – 2,5 mm dlouhý, oválný brouk s krátkými paličkovitými tykadly

Zbarvení: černé s kovovým leskem do modra, zelena nebo fialova

Larva

Typ: oligopadní, štíhlá larva

Velikost: 4 mm

Zbarvení: žlutobílé, po stranách jednotlivých tělních článků jsou tmavé skvrny, hlava je tmavohnědá

Kukla

typ: volná, bělavá, asi 2 mm dlouhá, v půdě

přezimující stádium: dospělec

počet generací: 1

KAZDA (2003)

Blýskáček řepkový je nejrozšířenější škůdce ozimé řepky, který na porostech může lokálně způsobovat i větší škody (GALL, 2017; NIELSON, 1987). KAZDA (2016) označuje blýskáčka za tradičního středoevropského škůdce řepky a dalších brukvovitých rostlin pěstovaných na semeno. Je to jediný ze současných hospodářsky škodlivých organismů řepky, který ji doprovází od začátku jejího pěstování.

2.4.1 Bionomie

Brouci přezimují pod listím, zbytky rostlin apod. Při teplotě půdy 10°C opouštějí svá zimoviště a při teplotě vzduchu 15°C nalétávají do porostů řepky. Tam se prokousávají do nerozevřených pupat. Malá pupata sežirají zcela, do větších se vžirají ze stany a vžirají vnitřek. Poškozená pupata žloutnou, usychají a později opadávají, takže zůstává jen stopka. Důsledkem je nepravidelné

nasazení květů, případně šešulí. Největší škody vznikají za chladného počasí v době nasazování poupat, kdy může být zničeno až 70 % květů. Vajíčka jsou kladena do květů, larvy se živí pylem a škodí žírem na vrcholových květech pouze při silném výskytu. Dorostlé larvy padají na zem a kuklí se v půdě v hloubce 2-6 cm. Vylíhlí brouci z kukly se po 10-11 dnech opět živí pylem (škody na jarní řepce, na semenných porostech brukvovité zeleniny). Koncem srpna odlétají brouci do zimovišť (KAZDA, 2014)

Hodnocení letové aktivity a první nálety blýskáčka na řepku se provádí vizuální kontrolou či chytáním dospělcům na žluté lepové pásky případně i do žlutých misek. Ty musí být instalovány tak, aby jejich dno bylo na úrovni vrcholů rostlin. Po hromadném přeletu blýskáčka na řepku jsou zachyceny pouze přelety v porostu (VAŠÁK, 2000). Dle KAZDY a ŠKERŮKA (2008) se hodnocení letové aktivity *Meligethes aeneus* provádí pomocí vizuální kontroly nebo za pomoci alespoň jedné žluté misky již od konce února do počátku března. Ta musí být umístěná alespoň 5 m od okraje pole.

Obr.č. 1: Monitoring *Meligethes aeneus* na pokusných plochách – jaro 2016



foto: Samec J.

2.3.1 Možnosti ochrany

Ochrana spočívá především v dokonalé aplikaci povolených insekticidů (pyretroidy, organofosfáty a další) na porosty řepky dle prahu škodlivosti podle Bittnera (2006):

- Ve fázi základu květenství přilbovitě kryté zelenými lístky – 100 brouků na 100 vrcholových květenství
- První dorostlé pupeny a korunní plátky v dorostlých pupenech prosvítají – 200 brouků na 100 vrcholových květenství
- Tvorba větví 1. řádu až počátek květu – 300 brouků na 100 vrcholových květenství.

Obdobný práh škodlivosti jako BITTNER (2006) tedy 100 brouků na 100 květenství již uvádí i VAŠAK a kol. (1997). Ti ale dále uvádí, že pro stanovení prahu škodlivosti je potřeba prohlédnout 10x10 rostlin vždy z různých míst na okraji porostu.

KAZDA (2014) udává prahy škodlivosti:

Práh škodlivosti ČR: jeden dospělec/rostlinu (fáze BBCH 51 – uzavřená poupata)

tři dospělci/ rostlinu (fáze BBCH 55-57 vrcholová květenství)

Práh škodlivosti SRN: na okraji pole 1-2 brouci/rostlinu (fáze BBCH 51)

pět – šest brouků/rostlinu (fáze BBCH 55-57)

Dle ŠTĚNIČKY (2017), je potřebné realizovat insekticidní ošetření, jakmile se dospělci objeví v porostu. I během jednoho dne se totiž počty škůdců na jednom pozemku mohou výrazně lišit. Pro zajištění účasti ochrany je třeba dbát na dostatečné promáčení rostlin. K tomu je nutné používat větší množství kapaliny, a to alespoň 400 l/ha.

2.3.2 Integrovaná ochrana

Výskyt a škodlivost blýskáčka v porostech řepky mohou významně ovlivnit přirození nepřátelé. V přirozených podmínkách parazituje v populaci blýskáčků několik druhů blanokřídlých parazitoidů – *Phradis interstitialis*, *Phradis morionellus* a *Tersilochus heterocerus*. Stupeň parazitice významně zvyšují nezemědělsky využívané plochy v blízkosti porostů řepky. Při intenzivní chemické ochraně je stupeň parazitice velmi nízký. Během přezimování bývají blýskáčci hubeni různými entomopatogenními houbami, zejména v mírných zimách. Na rozdíl od jiných škůdců zpracování půdy téměř neovlivňuje jejich výskyt, protože dospělci blýskáčků se do porostů řepky šíří z nezemědělské půdy. Uvádí se, že minimalizační zpracování půdy umožňuje přežití většího množství přirozených nepřátel blýskáčka (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ 2010).

Z agrotechnických metod lze cíleně využít ochranné obsevy. Kdy obvod porostu řepky je obsev několikametrovým pruhem pro škůdce velmi atraktivní záchytnou lapací plodinou. Na jaře jsou pak nalétávající škůdci významnou měrou koncentrováni na tento obvodový pruh, kde je poté možné soustředit cílenou chemickou ochranu. Pro záchytný obsev se v pokusech osvědčila kombinace bezerukové ozimé řepice Rex s jarní řepkou a velmi ranou ozimou řepkou. Zastoupení jarní a ozimé řepky ve směsi kompenzuje určitou výnosovou ztrátu, způsobenou nižším výnosem řepice (cca o 20 – 30 %). Mezi obsevem, a vlastním porostem řepky, byl od poloviny dubna znatelný rozdíl ve vývoji. Kombinace těchto plodin dokázala v kritickém období silných náletů blýskáčka a krytonosce šesulového zachytit značnou část jejich populace a po několik dní je na sobě „udržet“. Na pozemcích s vyrovnaným reliéfem pak v porostu za obsevy v tuto dobu zpravidla nedocházelo k překročení kritických prahů škodlivosti, což umožnilo úspěšnou aplikaci insekticidu na tento úzký okrajový pás (KAZDA, ŠKERŤÍK 2008).

2.3.3 Citlivost blýskáčků k insekticidům

V ČR byly první populace blýskáčků se sníženou citlivostí k esterickým pyreteroidům zaznamenány v roce 2008. Od té doby se podíl rezistentních a vysoce rezistentních populací každý rok poměrně rychle zvyšoval. Zlomový byl z hlediska nárůstu rezistentních populací zejména rok 2011 (SEIDENGLANG a kol., 2017). A to zejména ve Slezsku a na severní a střední Moravě. V roce 2012 na některých lokalitách (Hranicko), došlo i přes opakované ošetření porostu pyreteroidy k silnému poškození blýskáčky a snížení výnosu semene. V roce 2013 byly zjišťovány v mnoha oblastech silné výskyty blýskáčka řepkového a na některých lokalitách byly až velmi silné výskyty blýskáčka řepkového rezistentního vůči opakovaně aplikovaným pyreteroidům. Oproti roku 2013 byly v následujících letech výskyty *Meligethes aeneus* i rezistentních populací již většinou menší (GALL, 2017).

V současné době na našem území dominují populace rezistentní či vysoce rezistentní vůči esterickým pyreteroidům registrovaným v dávkách pod 10 g účinné látky, i když v posledních dvou letech (2015, 2016) se situace již nezhoršovala (SEIDENGLANG a kol., 2017).

KAZDA (2014) taktéž ve své publikaci poukazuje na silnou rezistenci populací blýskáčka řepkového proti pyreteroidům a dále varuje před začínající rezistencí vůči neonikotinoidům.

2.4 Bílá hniloba řepky

(Hlízenka obecná)

Původce: *Sclerotinia sclerotiorum*

Říše: Fungi

Třída: Leotiomycetes

2.4.1 Popis

Tato vřeckatá půdní houba, vytváří na napadeném pletivu rostlin husté bílé mycelium. Typická je i tvorba nepravidelných, velmi malých černých útvarů – sklerocií, které slouží k přežívání houby. Ze sklerocií vyrůstají zhruba 5 mm velké plodničky – apothecia. V nich se tvoří vřeka s askosporami. Ty jsou hlavním zdrojem infekce (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ 2010).

2.4.2 Hostitelské rostliny

Houba *Sclerotinia sclerotiorum* má velmi široký hostitelský okruh a to jak mezi dvouděložnými tak i mezi jednoděložnými rostlinami. Mezi hostitele se uvádí 408 druhů, 42 poddruhů, 278 rodů a 75 čeledí (BOLAND, HALL, 1994). TÓTH, HUDEC (2007) uvádí například řepku, salát, okurku, slunečnici, a luštěniny. Svůj výčet uzavírají tvrzením, že tímto patogenem mohou být napadeny prakticky všechny dužnaté a kořenové plodiny.

Dle PROKINOVÉ (2014) z polních plodiny pak nejsou hostitelské rostliny bílé hniloby obilniny a kukuřice.

2.4.3 Biologie a příznaky

Houba přežívá v půdě ve formě zhutnělých myceliálních struktur – sklerocií velikosti 3-15 mm, které se uvolňují při sklizni řepky (či jiných hostitelů) z napadených stonků na půdu a jsou kultivací zapraveny do půdy. Možnost šíření sklerocií na nové lokality existuje i spolu s osivem řepky. Takto v půdě zapravená sklerocia mohou přežívat až 7-10 let. (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ 2010).

Na jaře (konec dubna, počátek května) za příznivé teploty a vlhkosti začínají ze sklerocií nacházející se ve svrchní vrstvě půdy (do 5 cm hloubky) vyrůstat plodničky houby – apothecia a z nich se uvolňují vřeckaté spory. Tyto spory se šíří v rámci porostů větrem a deštěm a dopadávají na listy a stonky řepky (BITTNER, 2006). TÓTH, HUDEC (2007) tvrdí, že se spory mohou rozšířit až na vzdálenost několika kilometrů. Následně nejsou většinou schopné k přímé penetraci stonku a infekce většinou vzniká v květech a květních orgánech odkud se šíří na stonky. Zejména při opadávání květních plátků, které se přilepí na níže poležené části stonků, vzniká infekce i v dolních částech rostlin. Klíčící spory totiž vyžadují květní lístky jako „startovací“ substrát pro rozvoj mycelia, které potom napadne stonek, resp. orgán, na kterém zůstali květní lístky přichycené. Pro úspěšný rozvoj choroby je nezbytné deštivé počasí délce trvání minimálně 2-3 dnů v době opadu květních plátků. Důležitost půdní a mikroklimatické vlhkosti mající zásadní význam pro vnik infekce uvádí i ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PORTÁL (2017). Mimo jiné, je zde konkrétně uvedeno větvení stonku řepky olejky jakožto nejčastější místo výskytu bílé hniloby, kde vytvářejí květní plátky s kapkou vody ideální pro růst patogenu.

Určitá možnost infekce rostliny s *Sclerotinia sclerotiorum* krom askospor je i mycelium rostoucí přímo ze sklerocií v půdě, které může infikovat mladé rostliny a báze stonků starších rostlin. Nejintenzivněji jsou vždy napadeny husté a vysoké porosty, které jsou díky nízké světelné intenzitě a vhodnému mikroklimatu predisponovány k vyššímu napadení (BITTNER, 2006).

Prvotní známkou napadení rostliny jsou protáhle, vodnaté skvrny na hlavním stonku. Skvrny rychle šednou, často mívají stříbrný nádech, dochází k trhání a loupání pokožky rostlin. V místě napadení je často uvnitř stonku bílé vatovité mycelium houby, ve kterém se tvoří sklerocia. Silně napadené stonky se lámou. Obdobné příznaky bývají i na postranních větvích. Pokud jsou napadeny i šesule tak žloutnou a zasychají. Také uvnitř šesulí může být mycelium houby i sklerocia. Napadené rostliny předčasně zasychají což je nejlépe vidět v době zelené rostliny (PROKINOVÉ, 2014). Právě tzv. „nouzové dozrávání“ při kterém jsou přerušeny cévní svazky, dochází k omezení či přerušování translokace vody a živin, čím dochází k předčasnému usychání rostlin a následnému snížení HTS, obsahu oleje, k zvyšující pukavosti šesulí a tím výdrolu (VAŠÁK, FÁBRY a kol., 1997). TÓTH, HUDEC (2007) k tomuto uvádí, že semena s malou HTS jsou při sklizni ventilátorem

kombajnu vlivem nízké hmotnosti vyfoukaná, čím se ještě zvyšuje množství ztrát. A další komplikaci sklizně řepky může dojít polehnutím napadených rostlin.

2.4.4 Možnost záměny

Napadení *Sclerotinia sclerotiorum* na listech *Brassica napus* je možné zaměnit s napadením *Botryotinia fuckeliana* (šedou plísnivostí brukvovitých). Stejný patogen má v časném vývojovém stadiu na lodyze řepky olejky obdobné příznaky jako bílá hniloba. Nouzové dozrávání šesulí je pak možné zaměnit s napadením patogenu *Verticillium longisporum* (verticiliového vadnutí řepky) (ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PORTÁL, 2017).

2.4.5 Preventivní ochrana řepky olejky

Mezi preventivní opatření se řadí na prvním místě osivo bez příměsí sklerocií a minimálně 4letý osevní odstup. Závětrné polohy, husté porosty s křehkými pletivy po vysokých dávkách dusíku jsou více ohroženy. Porosty s pevnými pletivy a bez poškození škůdci, jsou méně napadány, než porosty s křehkými a poškozenými pletivy (KAZDA, ŠKEŘÍK 2008). KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ (2010) pak vypichují hlavně střídání hostitelských a nehostitelských plodin. Kvalitní přípravu půdy a to nejlépe klasickou orbou. Dle VAŠÁKA, FÁBRYHO a kol. (1997) lze agrotechnickými opatřeními regulovat výskyt choroby jen z části.

2.4.6 Signalizace

Podle pozorování v porostu – první sledování se provádí ve fázi počátku kvetení a dále průběžně. Signalizace je také možná na základě izolace houby z korunních plátků na umělé živné půdě (laboratorní metoda). Orientačně lze napadení houbou stanovit viditelnými příznaky. Dále ji můžeme zjistit na obsevu porostu náchylnou či ranou odrůdou a na základě předpovědi průběhu počasí v dané lokalitě (PROKINOVÁ, 2014).

2.4.7 Biologická ochrana

Nejrozšířenější biologický fungicid užívaný v řepce proti hlízence (*Sclerotinia* spp.) je prodáván pod obchodním názvem Contans WG (KUTHAN, 2017). Tento biologický přípravek, jehož účinnou složku tvoří půdní houba *Coniothyrium minitans*, který se aplikuje na strniště s bezprostředním zapravením do půdy například podmínkou. Tento patogenní mikroorganismus parazituje na sklerociích, čímž pomáhá snížit jejich zásobu v půdě (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ 2010). PROKINOVÁ (2014) uvádí navíc nesespecializovaného mykoparazita *Pythium oligandrum*.

2.4.8 Chemická ochrana

V případě vzniku rizikových faktorů pro infekci se používá ochrana fungicidy v době květu, která je částečně účinná i proti dalším houbovým patogenům ohrožujících porosty v období tvorby šesulí a dozrávání. Nejčastěji se ošetřuje v průběhu kvetení (BBCH 60 – 69). Při opakovaném ošetření je nutné použít účinné látky s různým mechanismem působení tak, aby bylo sníženo riziko vzniku rezistence patogenu (KAZDA, ŠKERŤÍK 2008).

2.5 Emise ze zemědělství

Zemědělství je antropogenní aktivitou s největším plošným dopadem (ŠARAPATKA a kol., 2008) BERNER A BERNER (2012) tvrdí, že lidské aktivity mají svůj podíl na změně klimatu a zejména na produkci emisí skleníkových plynů. Ty však mohou být regulovány, přičemž tato je jednou z priorit trvale udržitelného rozvoje.

Podle DORNIGERA a FREYERA (2008) je ze zemědělství ročně vyprodukováno mezi 5,1 a 6,6 miliardy tun CO_{2q}. Převážná část emisí je emitována ve formě metanu (3,3 Gt CO_{2q}/rok) a oxidu dusného (2,8 miliardy tun CO_{2q}/rok). Oproti tomu čisté emise oxidu uhličitého jsou relativně nízké (0,04 miliardy tun CO_{2q}/rok). FOTT a kol. (2003) taktéž, že podmínkách České republiky jsou taktéž nejdůležitější emise metanu a oxidu dusného.

Jednou z cest z cest ke snížení antropogenního podílu emisí skleníkových plynů by mohla být volba systému a způsobu (DE BACKER a kol., 2009)

2.6 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny zahrnují ty sloučeniny, které se vyskytují v atmosféře Země a vyznačují se silnou absorpcí dlouhovlnného infračerveného záření (NÁTR, 2006).

Je to zejména oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O) a ozon (O₃). Do inventarizace emisí není ozon zahrnován přímo, ale jsou evidovány prekurzory jeho vzniku, tj. oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x) a těkavé organické látky nemetanické povahy (NMVOC). Mezi skleníkové plyny patří též halogenované uhlovodíky a fluorid sírový (SF₆). Celkový vliv emisí těchto plynů je možno vyjádřit jako agregovanou emisi, vyjádřenou ekvivalentním množstvím oxidu uhličitého (používá se zkratka CO_{2e}) (JÍLKOVÁ, 2003).

2.6.1 Vodní pára (H₂O)

Dle PRETELA (2012) je hlavním skleníkovým plynem vodní pára, mající podíl přibližně na dvou třetinách přírodního skleníkového efektu. Molekuly vody zachytávají v atmosféře teplo, které Zem vyzařuje, a potom ho znovu vyzáří všemi směry, přičemž se ohřeje povrch Země ještě před tím, než je teplo vyzářené zpět do vesmíru.

V atmosféře je vodní pára částí koloběhu vody v přírodě. Je součástí uzavřeného systému oběhu vody z oceánů a souše do atmosféry a zpět přes odpařování, kondenzaci a záření. Aktivita člověka zvyšují množství vody v atmosféře. Teplejší vzduch však může udržet víc vlhkosti, zvyšovat teplotu a tak zintenzivňovat změnu podnebí (CHANCHE, 2011).

Člověk má jen malou možnost ovlivnit množství vodní páry v atmosféře (NEMEŠOVÁ, PRETEL 1998). S tím souhlasí PRETEL (2012) a dodává, že je to jejím omezeným množstvím právě v atmosféře Země. K tomu RYCHLÍKOVÁ (1994) dodává, že vodní pára napomáhá k vytvoření podmínek pro život na zemi i svým skleníkovým efektem.

2.6.2 Oxidy dusíku

Sloučeniny dusíku, které se často sledují komplexně jako oxidy dusíku (NO_x), přičemž hlavní součástí této směsi oxidů jsou oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂), mající negativní dopady na lidské zdraví. Více než 90 % všech emisí oxidů dusíku tvoří oxid dusnatý, který dále za působení troposférického ozonu a různých radikálů reaguje na oxid dusný (N₂O) (SOUKUPOVÁ a kol., 2011). Oxid dusný (N₂O) je nejúčinnějším skleníkovým plynem produkovaným zemědělstvím (MILLAR a kol., 2010). Jeden kilogram tohoto plynu má stejný skleníkový účinek jako 289 kg CO₂ (SOLOMON, 2007; MILLAR a kol., 2010).

2.6.3 Oxid uhličitý (CO₂)

ŽALUD (2009) uvádí, že oxid uhličitý je přirozeně se vyskytující plyn, který vzniká spalováním každého materiálu organického původu, tedy i fosilních paliv. Ty jsou dnes hlavním zdrojem energie. Tímto způsobem se pak do atmosféry uvolňují velké zásoby uhlíku, které byly miliony let ukládané do litosféry.

Dle CHANCE (2011) je na Zemi jen omezené množství uhlíku podléhajícího biogeochemickým cyklům. V tomto komplexním systému dochází k přesunu uhlíku mezi atmosférou, biosférou a oceány. Například rostliny během fotosyntézy absorbují CO₂ z atmosféry. Tento uhlík využívají následně na stavbu svých těl. Po odumření a rozložení rostlin se uhlík uvolňuje zpět do atmosféry. I těla živočichů a lidí obsahují uhlík, který získávají konzumováním rostlin nebo zvířat, jež se živila rostlinnou stravou. Tento uhlík se uvolňuje jako CO₂ při dýchání (vydechování), po smrti při rozložení tělesných pozůstatků.

Lesy a lesní půda obsahují přibližně trojnásobně větší množství uhlíku než zemská atmosféra. Lesní hospodářství zabezpečuje tzv. propady emisí oxidu uhličitého (JÍLKOVÁ, 2003).

Rovnováha vzniku a úbytku oxidu uhličitého v atmosféře je však výrazně narušena lidskou činností (BALNAR, 2008). Například masivním odlesňováním, které vedlo k podstatnému zvýšení koncentrací CO₂ v atmosféře (NEMEŠOVÁ, PRETEL 1998).

Na celkovém oteplování se ze všech člověkem emitovaných plynů podílí oxid uhličitý asi z 55 % (ŽALUD, 2009). Zároveň patří mezi velmi účinné skleníkové plyny, jelikož umí velmi silně pohlcovat dlouhovlnné infračervené záření (NÁTR, 2006).

Na rychlém nárůstu koncentrace CO₂, má nepochybně v posledním století hlavní podíl člověk (KALVOVÁ, MOLDAN 1996).

2.6.4 Methan (CH₄)

Dle NÁTRA (2006), je metan asi 20 x účinnější pohlcovač dlouhovlnného infračerveného záření než CO₂. Díky tomu se i při mnohem nižší koncentraci ve vzduchu výrazně podílí na skleníkovém efektu. Dle ŽALUDA (2009) se metan podílí na zesílení skleníkového efektu přibližně 15 %.

Metan je chemicky a radiačně aktivní plyn, který vzniká v důsledku velmi širokého spektra anaerobních procesů (HOUGHTON a kol., 1996). Je produkován hlavně bakteriemi žijícími v bažinatých krajinách, rýžových polích, na skládkách odpadků, ve střevech zvířat, uniká z plynovodů, hlubinných šachet a skládek (TILLING, 1992). Dle QUASCHNING (2010) vzniká nejvíce metanu v zemědělství.

Dle NIGGLI a kol. (2011) dvě třetiny metanových emisí pochází z enterické fermentace (trávicích pochodů), chlévské mrvy, a proto je lze přímo poměřovat s počtem hospodářských zvířat.

Metan se podílí asi ze 14 % na veškerých emisí skleníkových plynů (BARKER a kol., 2007).

2.6.5 Ozon (O₃)

Důležitým skleníkovým plynem je také ozon vyskytující se jak v troposféře, tak ve stratosféře (BALNAR, 2008). Troposférický ozon je ve valné části produkován automobilovou dopravou a elektrárenským provozem. Podle současných údajů přispívá troposférický ozón nezanedbatelným způsobem ke skleníkovému efektu (NEMEŠOVÁ, PRETEL 1998). Podle BALNERA (2008) vzniká ozon dále také celou řadou procesů, například během bouřky při elektrických výbojích.

V našich zeměpisných šířkách se koncentrace ozonu pohybuje kolem 300 Dobsonových jednotek. Podle odhadů, koncentrace ozonu vzrostly od roku 1750 o 35 % (NÁRT, 2006)

2.6.6 Freony

Freony jsou syntetické látky, které se dříve v atmosféře vůbec nevyskytovaly. Jsou tvořeny atomy uhlíku, vodíku a chloru nebo fluoru, proto se chemicky označují jako chlorofluorované uhlovodíky (NÁRT, 2006). Jediným zdrojem pro většinu těchto látek je lidská činnost (aerosolové rozprašovače, chladicí technika, izolátory rozpouštědla atd.) (BRANIŠ a kol., 2009). S tím souhlasí BARROSE (2006) a udává, že jejich vliv na skleníkový efekt vyjádřený na hmotností jednotku je obecně mnohokrát větší než efekt vyvolaný přírodními skleníkovými plyny.

Tyto plyny velmi intenzivně pohlcují dlouhovlnné infračervené záření v oblasti těch vlnových délek, kde není pohlcováno ostatními skleníkovými plyny. Účinnost pohlcování záření je ve srovnání s CO₂ asi 5 000 až 10 000x vyšší. Proto je jejich podíl na skleníkovém efektu tak významný i při velmi nízké koncentraci (NÁRT, 2006). Podle ŽALUDA (2009) zůstávají freony v atmosféře stovky až tisíce let. Také mají ničivý účinek na stratosférický ozon a zapříčiňují jeho redukci. Uvolňují v ozonové vrstvě chlor, který zamezuje vzniku ozónu. Důsledkem je úbytek ozónové vrstvy a zvýšené pronikání UV záření na povrch Země (JELÍNEK, 2010).

Na základě tzv. Montreálského protokolu byla produkce v roce 1987 celosvětově omezena a do roku 2006 měla zcela skončit (NÁRT, 2006).

2.7 LCA analýza

Zkratka LCA vznikla z anglického spojení Life Cycle Assessment, což lze volně do češtiny přeložit jako hodnocení životního cyklu. Primárně byla tato metoda určena pro interní účely organizací – hodnocení konkrétních výrobků, služeb a technologií (obecně produktů). Hlavním cílem bylo najít zlepšení životního cyklu produktu nebo vybrat variantu s nižším dopadem na životní prostředí (CONSOLI, 1993).

Podle REMTOVÉ (1996) lze hodnocení životního cyklu stručně charakterizovat jako systematický postup, který se snaží na podkladě látkových a energetických bilancí určit rozsah a velikost komplexního negativního dopadu na

životní prostředí, jenž způsobuje existence hodnoceného systému (nejčastěji výrobku) během jeho celého života. Pojem „celý život“ znamená, že se negativní vlivy na životní prostředí posuzují již od charakteru potřebných surovin včetně způsobů jejich získávání, přes jejich úpravu, vlastní výrobu výrobku, jeho spotřebu a jeho závěrečnou likvidaci. Do posuzování se zařazují i negativní vlivy způsobené dopravou.

Dle KOČÍHO (2009) je významným přínosem metody LCA je právě vyjádření negativních environmentálních vlivů pomocí takzvaných kategorií dopadu. Kategorie dopadu je specifický problém životního prostředí, na jehož rozvoji se lidská činnost v důsledku výměny látek či energií s okolním prostředím podílí. Příkladem kategorií dopadu může být globální oteplování, úbytek stratosférického ozónu či eutrofizace.

Hodnocení environmentálních dopadů v LCA není omezeno na výčet množství jednotlivých škodlivých materiálových či energetických toků, ale pomocí hodnot vyjadřujících míru poškození dané kategorie dopadu podává informaci o možném konkrétním poškození. Důsledné vyjadřování environmentálních dopadů lidských činností pomocí kategorií dopadu umožňuje identifikovat nežádoucí přenášení problému z místa na místo (KOČÍ, 2010).

2.8 Biopaliva

Při vyslovení termínu biopaliva si mnozí představí pouze směs, která se přimíchává do benzínu a motorové nafty. Výdobytek moderní doby. Avšak skutečnost je daleko barvitější. „Energie získávaná ze spalování biomasy je historicky nejstarším energetickým zdrojem, který lidstvo využívá – oheň sloužil našim předkům k přípravě stravy i k vyhřívání jeskynních obydlí. Pro zajímavost autoři také uvádí, že 85 % využití biomasy v celosvětovém měřítku dnes stále tvoří palivové dřevo a zvířecí trus (BELLINGOVÁ, JAKUBES, ŠVÁB 2006).

Pojmem biopaliva označujeme paliva, která se vyrábějí z biomasy. Přestože podle skupenství rozlišujeme biopaliva pevná, kapalná a plynná, většinou se o biopalivech hovoří v zúženém smyslu coby o biopalivech kapalných (částečně plynných) používaných v dopravě. V současné praxi existují dva základní (nejrozšířenější a komerčně využívané) typy biopaliv, a to bionafta vyráběná z rostlinných olejů a etanol vyráběný z cukrů a škrobů. Tento typ biopaliv se nazývá první generací biopaliv (DOLEŽAL, 2012).

Společnost Preol, a.s. zabývající se výrobou biopaliv (2017): „Biopaliva jsou produkty vyrobené z biomasy určené jako zdroje energie. Jako suroviny se k jejich výrobě využívají nejrůznější druhy biomasy pěstované cíleně jako je obilí, olejnin, cukrová řepa a třtina, brambory, olejnin, kukuřice, trávy a odpadní biomasa jako jsou zbytky z rostlinné výroby, hlavně sláma, odpady z živočišné výroby, hlavně exkrementy, odpady komunální, odpady potravinářského a dřevozpracujícího průmyslu a lesní odpady.“ SRDEČNÝ a kol. (2009) pak k biopalivům uvádí, že jsou zcela nebo z větší části vyrobeny z obnovitelných zdrojů. Liší se tím od fosilních paliv, jejichž zdrojem je ropa a zemní plyn, tedy ty suroviny, jež se tvořily po miliony let a jejichž zásoby postupně docházejí. Obnovitelnými zdroji energie potom máme na mysli energii větru a slunečního záření, geotermální energii, energii vody, půdy, vzduchu, biomasy, skládkového a kalového plynu.

Evropská unie definuje biopaliva především jako kapalnou nebo plynnou látku, která se používá v dopravě (Doležal, 2012).

Termín bionafta byl zaveden pro metylestery mastných kyselin – FAME (Fatty Acid Methyl Ester) (ŠEBOR a kol., 2006).

2.8.1 Bionafta

Bionafta je palivo obsahující metylester rostlinných olejů, jenž vzniká chemickou úpravou (metylesterifikací), při které vzniká hořlavé palivo o podobných vlastnostech a výhřevnosti jako má běžná motorová nafta. Chemickou podstatou esterifikace rostlinného oleje je záměna glycerinu za metanol v molekule mastné kyseliny, vedlejším produktem je pak glycerin. Základní surovinou pro výrobu bionafty je dnes v ČR řepka olejná, bionaftu lze vyrábět i z lněného či slunečnicového oleje nebo i z použitých rostlinných olejů (např. z restaurací, zařízení hromadného stravování či potravinářského průmyslu). Kromě tradiční technologie výroby je možno využít i etylesterifikaci. Výhodou bionafty je její rychlá biologická odbouratelnost a samomazací schopnost. V distribuční síti čerpacích stanic dnes najdeme pod pojmem “bionafta” tzv. směsnou bionaftu 2. generace, která je směsí 30 % bionafty a 70 % ropné nafty. Směsná bionafta má výhodu v lepším spalování v sériových dieselových motorech (BELLINGOVÁ, JAKUBES, ŠVÁB 2006).

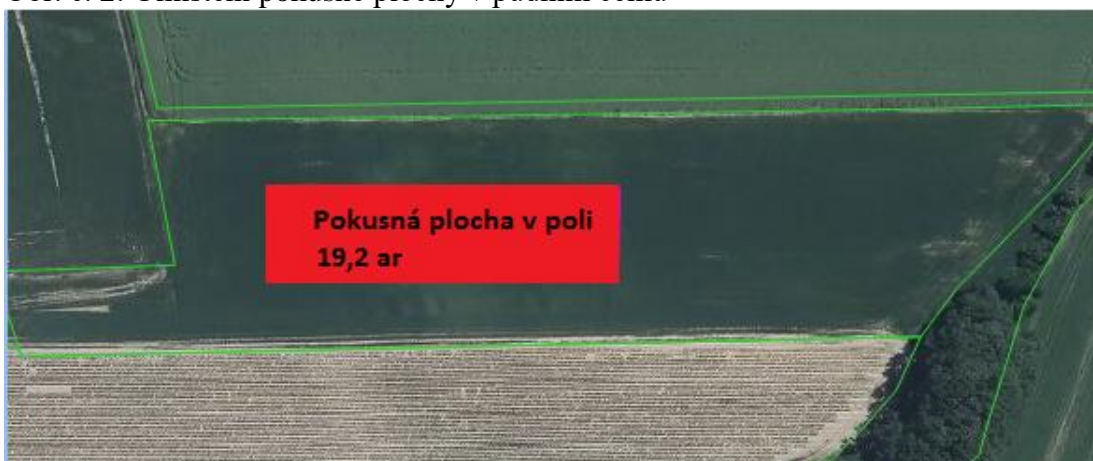
3 Metodika

3.1 Charakteristika pokusného pozemku

Pokus byl proveden na pozemku naší rodinné farmy v obci Krty-Hradec nacházející se 10 km od Strakonice. Krom rostlinné výroby se zabýváme i živočišnou výrobou. Chováme cca 45 krav bez tržní produkce mléka a cca 220 kusů býků ve výkrmu. Což vzhledem k celkové výměře přibližně odpovídá zatížení jedné velké dobytčí jednotky na hektar.

Na statku dodržujeme 5-honný osevní postup a to v následujícím sledu: ječmen ozimý, řepka ozimá, pšenice ozimá, kukuřice setá a pšenice ozimá. Z celkové výměry 150 ha orné půdy, je řepka olejka vyseta každoročně na cca 30 ha. Na všech námi obhospodřovaných pozemcích je používám pouze klasický způsob zpracování půdy orbou bez minimalizace.

Obr. č. 2: Umístění pokusné plochy v půdním celku



zdroj: LPIS

Pro svůj pokus jsem si vybral pole o výměře 1,7 ha nacházející se jeden kilometr od farmy. Půda na pozemku je středně těžká s půdní reakcí pH 6,5. Hon je jen velmi mírně svažité a expozičně orientován k jižní světové straně.

Tabulka č. 2. Agrochemické zkoušení půd z roku 2015

Rok odběru	Ph	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)
2014	6,5	2320	241	53	305

Zdroj: LPIS

3.2 Klimatické podmínky a průběh roku 2015/2016

Rok 2015 je možné charakterizovat jako extrémně suchý a teplý. Námi naměřený a zaznamenávaný úhrn srážek v oblasti za dobu vegetace (duben-září) činí v dlouhodobém průměru 450 mm. Za rok 2015 však u nás spadlo pouhých 180 mm (40 % normálu).

V první polovině srpna započalo zpracování a příprava půdy na polích před setím. Kvůli velmi suché a tvrdé půdě docházelo k většímu opotřebení některých půdozpracujících dílů na strojích (zejména dlátel na pluhu). Však tedy srpen 2015 byl nejteplejším od roku 1961, průměrná měsíční teplota byla o 4,9 °C vyšší, než je dlouhodobý průměr (1961-1990 normál). Výsev řepky ozimé byl proveden těsně po příchodu větších srážek 20.8. Za srpen pak napršelo celkem 23 mm.

Září pak bylo teplotně normální, námi naměřeny úhrn srážek však činil slabých 29 mm. K výraznějšímu zlepšení vláhového poměru v půdě došlo až za měsíce říjen a listopad, kdy spadlo dohromady více jak 100 l vody na m². Zejména listopad byl srážkově nadprůměrný (54 mm). Toto doplnění vláhového deficitu řepkám velmi pomohlo a došlo k jejich většímu vyrovnání, zesílení.

Zima byla v České republice opět teplá. Konkrétně šlo o druhou nejteplejší zimu od roku 1961. Díky teplému prosinci došlo k výraznému protažení podzimní vegetace.

Řepka si odpočinula až v lednu, kdy teploty klesly pod nulu, avšak žádné velké dlouho trvající mrazy se nekonaly. Ani sněhová pokrývka, pokud se na polích vůbec objevila, neměla dlouhého trvání. Srážkově pak byl leden normální.

Únor byl opět teplotně mimořádně nadnormální, což umožnilo porostům započít velice brzy jarní vegetaci. Celkově byla zima přiměřeně vlhká s příznivými teplotami pro řepku téměř po celé 3 měsíce. Půda prakticky nepromrzala, a proto mohla řepka růst.

Počasí na konci jara přineslo ideální podmínky pro rozvoj chorob v porostech. Místy velmi vysoké teploty se střídaly s častými přepršky, výkyvy teplot.

3.3 Agrotechnika a vedení pokusu

Na celém poli, včetně zkušebních parcelk byla totožná agrotechnika od zpracování půdy po založení porostu, podzimní ošetření, jarní hnojení až po ošetření porostu proti stonkovým krytonoscům 1. 4. 2016.

Zpracování půdy

3. 8. 2015: provedena hluboká orba (předplodina ječmen ozimý)

4. 8. 2015: ornice upravená diskovým podmítačem

Setí

20. 8. 2015: vysetá řepka ozimá odrůdy DK EXCETION v doporučeném množství 50 semen na m² + uvaleno cambridge válci

Ošetření porostu během podzimní vegetace

25. 8. 2015: (BBCH 0) preemergentně aplikován herbicidu RAPSAN PLUS (2 l/ha)

25. 9. 2015: (BBCH 14) ve fázi 4 listů řepky

fungicid LYNX (0,5 l/ha) s morforegulačním účinkem

ve fázi 2-3 listů výdrolu ječmene ozimého

graminucid GALANT SUPER (0,5 l/ha) proti výdrolu obilovin, jednoletým travám, pýru plazivému

Ošetření porostu během jarní vegetace

2. 3. 2016: (BBCH 20) tvorba listové růžice

regenerační hnojení 2 q/ha ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 % N a 8 % Ca)

12. 3. 2016: (BBCH 24) tvorba listové růžice

hnojení 2 q/ha (DASA 26 % N a 13 % S)

Obr. č. 3: Hnojení DASA (12. 3. 2016)



foto: Samec J

20. 3. 2016: (BBCH 29) tvorba listové růžice

hnojení 1,5 q/ha ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 % N a 8 % Ca)

1. 4. 2016: (BBCH 31) začátek prodlužovacího růstu

Po překročení prahu škodlivosti: v průměru 3 brouků na jednu miskou/den

insekticid NURELLE D (0,6 l/ha) proti krytonoscům stonkovým (*Ceuthorhynchus napi*, *Ceuthorhynchus pallidactylus*)

+ 150 l/ha DAM 390

Obr. č. 4: Kontrola Morického misky (27. 3. 2016)



foto: Samec J.

15.4 2016: (BBCH 55): butonizace – jednotlivá květní poupata (hlavního květenství) viditelná, ale ještě uzavřená

Po překročení prahu škodlivosti: tři dospělci v BBCH 55-57

insekticid NURRELE D (0,6 l/ha) proti blýskáčkoví řepkovému (*Meligethes aeneus*)

7. 5. 2016: (BBCH 65): fáze plného kvetení

fungicid PICTOR (0,5 l/ha) proti hlízence obecné (*Sclerotinia sclerotiorum*)

7. 7. 2016:

neselektivní herbicid DOMINATOR (3 l/ha) na stejnoměrné dozrávání

20. 7. 2016: Sklizeň

Jednotlivé pokusné parcely byly posečeny sklízecí mlátičkou JD W540C do žoků od osiva. Průměrný výnos na celém pozemku vyjma pokusných parcelek činil 3,8 t/ha při 8 % vlhkosti.

Obr. č. 5: Sklizeň pokusných políček



foto: Samec J.

Vyhodnocování výsledků

K vyhodnocení výnosu na jednotlivých parcelek bylo využito digitální váhy.

3.4 Popis pokusu

Do středu pole bylo vyměřeno 8 pokusných parcelk o rozměrech 10 x 24 m. Tyto rozměry byly zvoleny z důvodu kompatibility se samojízdným postřikovačem, který má pracovní záběr 24 m. Parcelky byly umístěny v poli nejméně 24 m od okraje pozemku, tak aby byl vyloučen „okrajový efekt“.

Tab. č.3: Plán provozního pokusu

1. Blýskáček + Hlízenka
2. Hlízenka obecná
3. Blýskáček řepkový
4. Ošetřená varianta
5. Blýskáček + Hlízenka
6. Hlízenka obecná
7. Blýskáček řepkový
8. Ošetřená varianta

Po insekticidní ochraně porostu proti krytonosci řepkovému a čtyřzubému započal náš provozní pokus porovnání škodlivosti hlízenky obecné (*Sclerotinia sclerotiorum*) a blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*). Při samotné aplikaci pesticidů na půdním bloku, pak **neproběhla** jednotlivá ošetření podle výše přiloženého plánu.

Tedy:

Na políčka číslo 1 a 5 nebyl aplikován fungicid proti hlízence obecné ani proti blýskáčkovi řepkovému.

Na políčka číslo 2 a 6 byl aplikován pouze fungicid proti hlízence obecné.

Na políčka číslo 3 a 7 byl aplikován pouze insekticid proti blýskáčkovi řepkovému.

Na políčka číslo 4 a 8 byl aplikován fungicid proti hlízence obecné a proti blýskáčkovi řepkovému.

3.5 Charakteristika odrůdy

Námi vyšetřovaná odrůda řepky DK EXCEPTION byla registrována v ČR společností Monsanto Technology LLS v roce 2014. Konkrétně se jedná o středně raný pylově fertilní hybrid nové generace. Doporučený výsevek činí 500 000 semen/hektar (1 VJ) v termínu 10.8 – 25. 8. Rostlina je středně vysoká až vysoká se značnou větvicí schopností a vysokým počtem šesulí.

Dle udržovatele odrůdy v ČR je dále charakteristická dobrým zdravotním stavem, odolností proti poléhání před sklizní, středně vysokou HTS (5,2 g), stabilitou a spolehlivostí stejně jako je její předchůdce DK Exquisite. Obsah oleje 48,1 %.

Tab. č.4: Hodnocení odolnosti dle ÚKZÚZ, SDO a Monsato (9=nejlepší, 1=nejhorší)

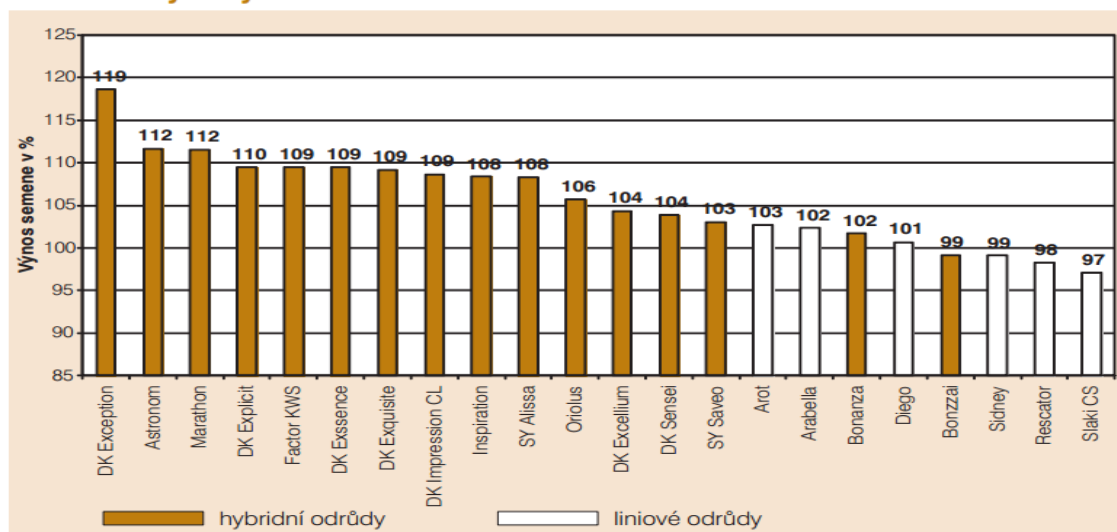
Poléhání	8,6	Vysoce odolný
Zimuvzdornost	8,6	Vysoce odolný
Phoma	8,2	Odolný
Čern řepková	7,0	Středně odolný
Sclerotinia	6,9	Středně odolný

zdroj: (Internetový zdroj č. 1)

Jak ukazuje obrázek č. odrůda DK EXCEPTION měla v letech 2013-2015 nejvyšší průměrný výnos ve zkouškách SPZO a ÚKZÚZ. A to jak v teplé tak ve studené oblasti.

Obr. č. 6: Seznam doporučených odrůd

Oblast chladná Relativní výnosy semene v letech 2013–2015



(zdroj: ZEHNÁLEK (2016), SEZNAM DOPORUČENÝCH ODRŮD)

3.6 Charakteristika použitých přípravků

3.6.1 RAPSAN PLUS

Účinná látka: metazachlor 333 g/l

RAPSAN PLUS je herbicid ve formě suspenzního koncentrátu (SC), určený k hubení jednoletých jedno- i dvouděložných plevelů v porostech řepky a hořčice ozimé. Při vzcházení je přijímán především prostřednictvím kořenů. Po vzejití pak částečně i listy plevelných rostlin, což způsobuje jejich odumření po vyklíčení.

Hubí i plevele do fáze děložních listů, které jsou v době ošetření již vzešlé. Přípravek nejlépe účinkuje při dostatečné půdní vlhkosti. Při aplikaci za sucha se herbicidní účinek dostaví při pozdějších srážkách. Pro dobrý herbicidní účinek je nezbytně nutná kvalitně připravená půda bez hrud s drobtovitou strukturou. Příliš kypré či hrudovité půdy je třeba uválet. Ošetření na kamenitých nebo hrudovitých půdách může být úspěšné pouze částečně, neboť semena plevelů klíčí zpod hrud nebo kamenů, aniž by se dostala do styku s herbicidem. Podle současných poznatků je RAPSAN PLUS dobře snášen všemi odrůdami řepky včetně tzv. dvounulových.

Spektrum účinnosti: spolehlivě hubí zejména psárku rolní, béry, lipnici roční, rosičku krvavou, ježatku kuří nohu, chundelku metlici, laskavce, šťovíky, kopřivu žahavku, rozrazil, pětoury, mléče, pryskyřníky, kokošku pastuší tobolku, heřmánkovec přímořský, heřmánky a rmeny, rdesno červivec, lebedy, máky, lilek černý, kolenec rolní, hluchavky, pomněnku rolní, ptačinec žabinec, merlík bílý, čistec roční a svízel přítulu. Ne zcela uspokojivá účinnost proti ovsu hluchému, violce trojbarevné, ředkvi ohnici, hořčici rolní, rdesnu ptačímu, penízku rolnímu, výdrolu obilnin, bažance roční, a pohance opletce.

Přípravek nehubí všechny vytrvalé plevele, např. svlačec rolní, pcháče, bodláky, pýr plazivý.

(zdroj: etiketa, bezpečnostní list přípravku)

3.6.2 GALANT SUPER

Účinná látka: haloxyfop-methyl – 104 g

Selektivní graminicid GALLANT SUPER je možno v ozimé řepce použít k hubení výdrolu všech druhů obilnin a dalších trávovitých plevelů v dvouděložných plodinách. Hubí dlouhodobě pýr plazivý, jelikož účinná látka přípravku je rozváděná i do podzemních oddenků, které hubí. Díky tomu dochází k dlouhodobému vyhubení pýru na pozemku.

GALLANT SUPER je přijímám pouze listy plevelných trav, a proto je jeho aplikace účinná jen na vzešlé trávy. Zasažené trávovité plevele zastavují do 24 hodin a po aplikaci růst a následně do 5 – 10 dnů (dle teplotních a vlhkostních podmínek) začínají prožloutávat od nejmladších listů a po 15–20 dnech odumírají.

(zdroj: etiketa, bezpečnostní list přípravku)

3.6.3 LYNX

Účinná látka: tebukonazol

N,N-dimethyldekan-1-amid

Jako systémový fungicid s protektivní, kurativní a eradikativní účinností potlačuje široké spektrum houbových chorob. V řepce ozimé působí zejména proti fomové hnilobě (*Phoma lingam*), hlízence obecné (*Sclerotinia sclerotiorum*), černím řepkovým (*Alternaria brassicae*), cylindrosporiu (*Cylindrosporium concentricum*), padlí řepkovému (*Erysiphe cruciferarum*) drobnoplodce brukvovitých (*Mycosphaerella brassicola*), nepravému stéblolamu brukvovitých (*Pseudocercospora capsellae*).

Krom potlačení širokého spektra chorob, působí dále LYNX jako morforegulátor, který při podzimní aplikaci zabraňuje přerůstání řepky. Rostliny vytvoří přisedlou růžici, která snáze přezimuje. Mimo to zvyšuje její zimovzdornost a tvorbu základu větví. LYNX se aplikuje na podzim ve fázi 4-5 listů v dávce 0,5 l/ha. Pokud se aplikace nestihne, je třeba na každý list řepky navýšit dávku o 0,1 l/ha.

(zdroj: etiketa, bezpečnostní list přípravku)

3.6.4 NURELEE D

Účinné látky: chlorpyrifos 500 g

cypermetrin

Je univerzální širokospektrální postřikový insekticid ve formě emulgovatelného koncentrátu určený pro hubení savých i žravých škůdců v polních kulturách a lesních hospodářství. Působí jako kontaktní, dýchací a požerový insekticid s výrazným reziduálním a repelentním působením. Reziduální a repelentní aktivita přípravku chrání porost proti dalšímu napadení po dobu dalších 12-21 dní, dle povětrnostních podmínek a rychlosti růstu rostlin. Fumigační účinek zabezpečuje dobré proniknutí do porostu. Kombinace organofosfátu a pyretroidu, obsažená v Nurelle D hubí i jedince rezistentní buď vůči pyretroidům nebo organofosfátům, neboť v populaci škůdců jsou přítomní rezistentní jedinci vůči pyretroidům hubeni organofosfátem a i jedinci rezistentní vůči organofosfátu jsou hubeni pyretroidem.

Z hlediska dosažení spolehlivého a dlouhodobého účinku NURELLE D je vhodné, aby alespoň 4 hodiny po aplikaci nepršelo.

(zdroj: etiketa, bezpečnostní list přípravku)

3.6.5 PICTOR

Účinná látka: dimoxystrobin

boskalid

Je fungicidní přípravek ve formě suspenzního koncentrátu (SC) poskytující ochranu řepce před hlízenkou obecnou a fomovým černáním kořenového krčku. Ošetření proti hlízence obecné na řepce olejce se provádí od počátku květu do plného kvetení (BBCH 61-65).

Účinná látka dimoxystrobin patří do chemické skupiny strobilurinů, které působí na dýchací procesy citlivých houbových organismů. Boskalid je účinná látka ze skupiny anilidů. Působí na dýchací procesy citlivých organismů, avšak v jiném místě metabolismu než strobiluriny. Obě látky působí systémově, vykazují preventivní i kurativní účinek, tzn. že chrání rostlinu před napadením, ale také po infekci.

(zdroj: etiketa, bezpečnostní list přípravku)

3.7 Studie LCA

První fáze LCA – stanovení cílů a rozsahu

Tato studie byla zpracována za účelem posouzení vlivu různých intenzit ošetření porostu řepky ozimé na produkci emisí skleníkových plynů vázaných na pěstební cyklus.

Funkční jednotka

Za funkční jednotku byl zvolen 1 ha a 1 kg semene řepky ozimé.

Hranice systému

Od veškerých vstupů potřebných pro založení porostu řepky, po celou dobu vegetace až po její vyskladnění ze skladu.

Druhá fáze LCA – inventarizační analýza

Sběr dat

K sběru dat byl použit seznam aplikovaných přípravků, hnojiv, spotřeby nafty a množství osiva.

Tyto údaje byly doplněny o normativy zemědělských výrobních technologií a údaji z databáze Ecoinvent

Třetí fáze LCA – hodnocení dopadu životního cyklu

Posuzování dopadu bylo provedeno metodou ReCiPe v programu Sima Pro. Metoda ReCiPe momentálně disponuje nejnovějšími zveřejněnými údaji o potenciálech skleníkových plynů. Cílem metody je transformovat dlouhý seznam výsledků inventarizace životního cyklu do omezeného počtu ukazatelů. Tyto ukazatele vyjadřují relativní závažnost vlivu kategorie na životní prostředí.

Čtvrtá fáze LCA – interpretace životního cyklu produktu

Prezentace výsledků studie LCA je popsána v kapitole Výsledky a Závěr.

4 Výsledky a diskuse

Průměrný výnos na pozemku, kde byla umístěna pokusná políčka, činil 3,8 t/ha. Na všech námi obhospodařovaných polích s řepkou olejkou dosahoval vcelku 3,85 t/ha. Za rok 2016 uvádí Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin (SPZO) průměrný výnos z hektaru pro ČR 3,48 t. U členů svazu v Jihočeském kraji pak výnos 3,53 t/ha.

Tab. č. 5: Souhrnné výsledky

Parcelka	Výnos (snížení výnosu v % z 3,8 t/ha)	LCA	
		CO ₂ q/ha	CO ₂ q/kg
1. blýskáček + hlízenka	2,24 t/ha (41 %)	3974,749 kg	1,772 kg
2. hlízenka	2,39 t/ha (37 %)	3989,517 kg	1,666 kg
3. blýskáček	3,53 t/ha (8 %)	3994,016 kg	1,127 kg
4. ošetřená varianta.	3,68 t/ha (3 %)	3998,974 kg	1,083 kg
5. blýskáček + hlízenka	2,50 t/ha (24 %)	3974,749 kg	1,584 kg
6. hlízenka	2,7 t/ha (29 %)	3989,517 kg	1,478 kg
7. blýskáček	3,68 t/ha (3 %)	3994,016 kg	1,083 kg
8. ošetřená varianta	3,8 t/ha (0%)	3998,974 kg	1,052 kg

4.1 Zhodnocení škodlivosti hlízenky obecné

Choroby řepky ozimé mohou snížit výnos semene až o 20-50 %. K nejvíce vyskytujícím se chorobám na řepce patří i *Sclerotinia sclerotiorum* (BEČKA a kol. 2007). S tím souhlasí BARANYK a kol. (2010) a dále tvrdí, že v letech silného výskytu může způsobit ztráty na výnosech 30-50 %. Stejnou škodlivost hlízenky obecné, tedy 30-40 % uvádí i (KAZDA a ŠKERŤÍK, 2008) s tím, že se v některých letech nevyskytuje.

Poškození od fomové hniloby, které bylo zjištěna v porostech již koncem podzimu 2015, zejména díky vyšším teplotám a srážkám podporující její rozvoj, nepůsobilo takové škody, jaké vznikly následně bílou hnilobou (BERNARDOVÁ 2016).

Nejvýznamnější patogen řepky o žních 2016 se po několika letech stala *Sclerotinia sclerotiorum*. Souhra špatně ošetřených porostů proti škůdcům stonků včetně dřepčíka olejkového, zejména ale krytonosce řepkového a silného zastoupení řepky v osevních postupech, přinesla zásadní rozdíly ve výnosech mezi pozemky i podniky (ŠANDERA 2016). To potvrzuje i BITTNER (2016), který dokonce tvrdí, že výskyt hlízenky obecné byl místy až kalamitní.

Jak ukazuje tabulka číslo 6, na parcelkách, kde nebyli aplikováni fungicid proti hlízence obecné, byl výnos o 29 % a 37 % menší než byl průměr pole (3,8 t/ha). Námi zjištěné výsledky tedy odpovídají silnému tlaku této choroby v roce 2016 a škodlivosti srovnatelné se sezonou s optimálními podmínkami pro tuto chorobu, kterou uvádějí i autoři výše.

Tab. č. 6: Parcelky neošetřené proti hlízence obecné

Parcela číslo	Výnos (t/ha)	snížení výnosu v % z 3,8 t/ha
2.	2,39	37 %
6.	2,70	29 %

Apothecia bylo možné v porostech nacházet již koncem dubna, jejich výskyt trval po celý květen (ŠANDERA, 2016). BEČKA a kol. (2017), dále k tomu uvádí, že bílá hniloba se rozšířila koncem května a na počátku června. Největší škody pak způsobila v západních, jižních Čechách a částečně i na Vysočině. Důvodem jejího

rozšíření bylo dlouhé kvetení a srážky doprovázené ochlazením ke konci května. Fungicidy aplikované na začátku kvetení již nemohly dostatečně účinkovat.

Naopak dle ŠANDERY (2016) časná fungicidní ochrana však byla výrazně spolehlivější. Porosty ošetřené až koncem květu částečně výrazně propadaly ve výnosu následkem kalamitního napadení hlízenkou obecnou. Jak je vidět z přiložené fotografie, tak námi provedená aplikace proti napadení porostu bílou hnilobou, proběhla až ve fázi plného kvetení řepky ozimé (BBCH 65).

Obr. č. 7: Aplikace fungicidu PICTOR proti bílé hnilobě.



foto: Samec J.

Pozdní aplikace tedy pak mohla mít vliv na výrazně silnější výskyt hlízenky obecné. Největší výskyt této choroby byl zastoupen na námi vyčleněných parcelkách (č. 2 a 6 i 1 a 5), kde nebyl aplikován fungicid v době květu. Ovšem tuto chorobu bylo možné pozorovat na celém poli i na ostatních parcelkách. Je zřejmé, že měla jistý vliv na snížení celkového výnosu v roce 2016.

Obr. č. 8: Hlízenka obecná



foto: Samec J.

Sníženou účinnost v některých letech aplikovaného fungicidu potvrzují i KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ (2010) a připouštějí dokonce i více než 50 % ztrátu na výnosech. Dle ŠTENIČKY (2017 b) je vhodné při vyšších srážkách a teplém průběhu klimatu ošetřit hustší porosty již na počátku kvetení. Nejdéle však do začátku opadu květu, kdy bývá největší infekce.

BERNARDOVÁ (2016) *Sclerotinia sclerotiorum* se objevila tak v škodlivém výskytu naposledy v roce 2008 a v letošní sezoně (po 8 letech) opět udeřila. Tato choroba měla tak dobré podmínky pro šíření nejen kvůli květnovým srážkám, ale také kvůli hustým porostům, které špatně vysychaly a dále z důvodu oteplení koncem května. Tyto podmínky vhodné pro šíření bílé hniloby se sešly s vývojovou fází řepky (s opadem korunních plátků) a tak bylo jednoznačné, že škodlivost bude vysoká zejména tam, kde nebyla provedená fungicidní (případně biologická) ochrana. Dle MARKYTÁNA (2016), se dnes však více jak 90 % porostů řepky již pravidelně ošetřuje proti napadení hlízenkou obecnou.

Na základě výše uvedených údajů, zejména sledu vhodného počasí společně s příliš hustým porostem, se domníváme, že toto dalo dohromady tak silný výskyt choroby, který bylo možno pozorovat zejména na neošetřených variantách, ale i na ošetřeném porostu.

Dle BEČKY a BOKORA (2017), však hlízenka obecná nebyla tou hlavní chorobou v roce 2016, která snížila výnos. Tou bylo verticiliové vadnutí. Tato choroba se šíří mikrosklerociami v půdě a jejich běžná životnost je až 4 roky. Stonek napadených rostlin usychá, hranatí se a kořeny jsou tmavé, ztrácí vlášení a rozpadají se. Tato choroba se projevuje suchými stonky na strništi a běžné stonky na ni nezabírají. Je hlavní příčinou nouzového dozrávání.

Na základě prohlídky porotu před sklizní a po sklizni mohu říci, že jsem zaznamenal větší množství nouzově dozrálých stonků řepky s příznaky napadení pouze hlízenkou obecnou. Díky tomu si dovoluji tvrdit, že hlavní chorobou, která měla za následek snížení výnosu, je *Sclerotinia sclerotiorum*.

4.2 Zhodnocení škodlivost blýskáčka řepkového

Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*) je považován za nejzávažnějšího škůdce řepky. Ochrana proti němu je proto standardní součástí technologie (HAVEL, 2017). S tím souhlasí GALL (2017) a uvádí, že v posledních letech vzhledem k dlouhodobé účinné ochraně zjišťované množství blýskáčků v porostech velmi pokleslo. Lokálně byly jen minimální výskyty blýskáčků. Dle MARKYTÁNA (2016) je ochrana proti blýskáčkovi i krytonoscům momentálně dobře zvládnutá.

Meligethes aeneus byl nalézán v porostech na konci první dekády dubna 2016. Výskyty kulminovaly z důvodu chladnějších dnů a nočních mrazíků v druhé polovině dubna – až na přelomu dubna a května. V té době již většina porostů řepky rozkvétala. Napadení blýskáčkem řepkovým tudíž nebylo v letošním roce ekonomicky škodlivé a bylo možné upustit od plošného ošetření (BERNARDOVÁ, 2016). BITTNER (2016) udává menší škodlivost blýskáčka řepkového a bejlmorky kapustové (*Dasineura brassica*) oproti místy až velmi silné škodlivost krytonosce řepkového (*Ceutorhynchus napi*).

Na základě našeho monitoringu, můžeme potvrdit, že jsme našli rostliny řepky napadené krytonoscem řepkovým (viz obr. č. 9) i krytonoscem čtyřzubým, avšak míra poškození těmito škůdci v celém porostu nebyla nijak významná.

Obr. č. 9: Larvy krytonosce řepkového v řapíku listu řepky



foto: Samec J.

Po aplikaci insekticidu Nurelle D 1. 4. 2016 proti stonkovým krytonoscům (*Ceutorhynchus napi*, *Ceutorhynchus pallidactylus*) byl v porostu následně sledován vizuálně a za pomoci Morického misky (viz obr. č. 1) výskyt *Meligethes aeneus*. Po překročení prahu škodlivosti (dle KAZDY (2014) více jak 3 brouci na jednu rostlinu ve fázi BBCH 55) byl dne 15. 4. 2016 aplikován širokospektrální insektici Nurrele D. Zhruba 3 dny před začátkem květu.

Obr. č. 10: Blýskáček řepkový v poupatech hlavního květenství



foto: Samec J.

KRUBKA (2017) uvádí, že druhá aplikace Nurelle D se provádí asi za 3 týdny po prvním ošetření (proti stonkovým krytonoscům), těsně před začátkem květu řepky. Tento zásah vyhubí blýskáčka, následně nalétající stonkové krytonosce a potlačí výskyt krytonosce šesulového a bejlomorky kapustové.

Dle ŠANDERY (2016) byla škodlivost blýskáčka v citlivé fázi poupat krytých v listech často zachycena insekticidní clonou proti krytonoscům. Jeho škodlivost se místy projevila i v období květu, kdy se brouci při chladném průběhu počasí často stěhovali na boční větve.

Obr. č. 11: Blýskáček řepkový napadající vedlejší květenství na okrajové rostlině



foto: Samec J.

Tato fotografie (obr. č. 11) byla pořízená na okraji pole a plně neodpovídá výskytu blýskáčka řepkového v celém porostu, kde bylo jeho zastoupení v tuto růstovou fázi výrazně nižší. Má však dokumentovat to, že s přibývajícím vzdáleností od kraje pole, výskyt škůdce klesá. A potvrzuje

Na základě výsledků uvedených v tabulce č.7 lze dokumentovat, že na parcelkách číslo 3 a 6, kde nebyl před květem ani během květu použit žádný insekticid proti šesulovým škůdcům, nedošlo k výraznějším ztrátám na výnosu.

Tab. č. 7

Parcela číslo	Výnos (t/ha)	snížení výnosu v % z 3,8 t/ha
3.	3,53	8 %
7.	3,68	3 %

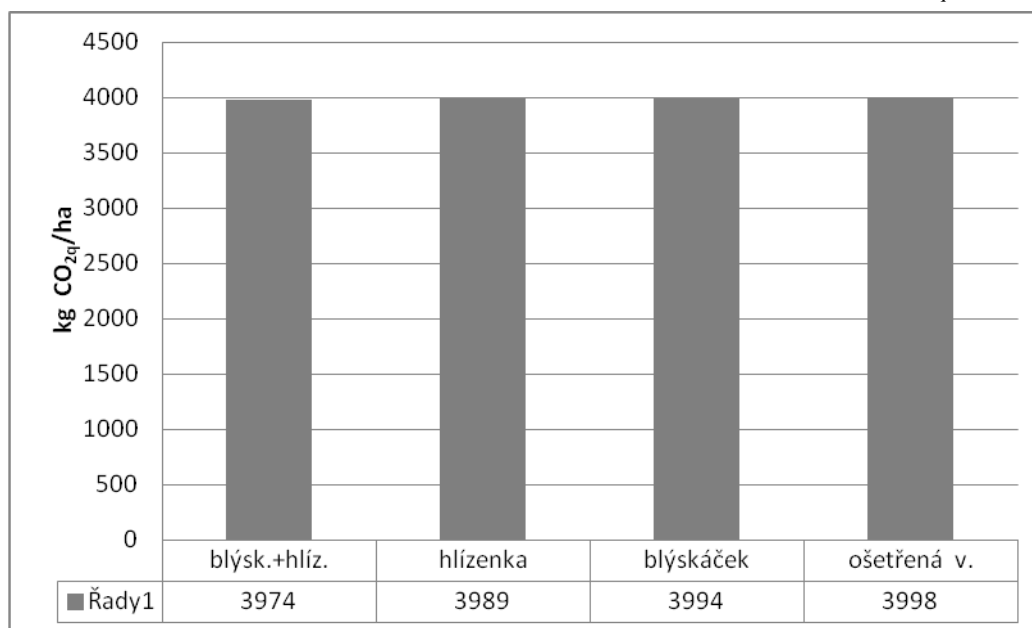
Dle HAVLA (2017) ani 5-6 blýskáček jako práh škodlivosti na jednu rostlinu řepky neodpovídá skutečnosti. Pro podmínky ČR se lépe hodí německý práh škodlivosti s osmi brouky na rostlinu u silných porostů a se čtyřmi brouky na rostlinu u slabých porostů. KAZDA a ŠKERŤÍK (2008) uvádí, že prahy škodlivosti jsou pouze orientační a zvláště u bohatě kvetoucích porostů je možné tyto číslo zdvojit až ztrojnásobit.

Parcelka (průměr z obou variant se stejným ošetřením)	Výnos (snížení výnosu v % z 3,8 t/ha)	LCA	
		CO ₂ q/ha	CO ₂ q/kg
blýskáček + hlízenka	2,37 t/ha (33 %)	3974,749 kg	1,67 kg
hlízenka	2,54 t/ha (33 %)	3989,517 kg	1,57 kg
blýskáček	3,6 t/ha (5,5 %)	3994,016 kg	1,10 kg
ošetřená varianta.	3,74 t/ha (1,5%)	3998,974 kg	1,06 kg

4.3 LCA – výsledky

Stále častěji vystupují do popředí negativní ekologické důsledky zemědělské výroby. Dnes běžný konvenčně pracující zemědělec způsobuje dvaapůlkrát více emisí CO₂ než rolník, který respektuje ekologické zásady. Hlavní příčina spočívá v tom, že konvenční zemědělství využívá v mnohem větší míře stroje a intenzivně aplikuje jak postřiky proti škůdcům, tak především umělá hnojiva (HAAS, WETTERICH, KÖPKE, 2001).

Graf. č.1: Emise skleníkových plynů při pěstování řepky v kg CO_{2q}/ha



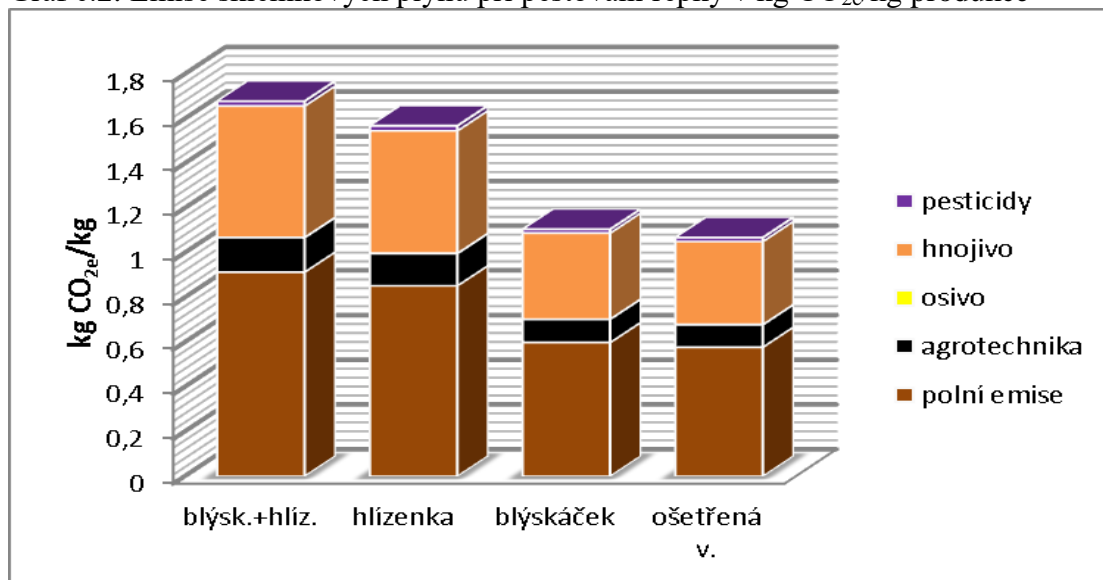
Výše přiložený graf s množstvím vyprodukovaných skleníkových plynů na jednotku plochy dokládá, že souhrnné zatížení emisemi vzrůstalo se zvyšujícím se počtem aplikací na jednotlivých pokusných parcelách.

Diference mezi variantami jsou však jen minimální. Je to dáno tím, že aplikované pesticidy se užívají ve velmi malém množství a tudíž mají jen malou emisní zátěž. (Viz následující graf č.2 ukazující emisní rozložení jednotlivých vstupů na vypěstování jednoho kilogramu produkce).

U varianty hlízenka a blýskáček byl počet přejezdů stejný. Tyto parcelky se lišily v odlišné aplikaci a dávce pesticidu. Na základě toho, můžeme konstatovat nepatrně vyšší emisní zatížení použitého námi insekticidu oproti fungicidu.

O grafu můžeme na základě souhrnných dat říci, že výsledné rozdíly mezi variantou s nejnižšími a nejvyššími emisemi jsou velice nepatrné. A z pohledu zátěže na 1 hektar skoro stejné.

Graf č.2: Emise skleníkových plynů při pěstování řepky v kg CO_{2e}/kg produkce



Dle BISWAS a kol. (2008), jsou emise v zemědělství nejvíce uvolňovány z aplikace hnojiv, s čímž souhlasí i FOTT a kol. (2003). Na námi sledovaných plochách jsou však nejvyšší polní emise. Rovněž TOKUDA A HAYATSU (2004) uvádějí, že polní emise tvoří významnou část z celkového množství vzniklých emisí. ZOUT a kol. (2005) tvrdí, že s rostoucím využitím chemických hnojiv a hnoje obvykle roste i podíl N₂O uvolňovaného z půdy. Celkové množství námi dodaných minerálních živin do porostu řepky ozimé ukazuje tabulka číslo 8.

Tab. č.8: Dodaná průmyslová hnojiva

Min. hnojivo	Množství / ha	N	Ca	S
LAV	2 q	55 kg	16 kg	
DASA	2 q	52 kg		26 kg
LAV	1,5 q	41 kg	12 kg	
DAM 390	150 l	59 kg		
Celkem:	5,5 q + 150 l	207 kg	28 kg	26 kg

Agrotechnické operace jsou další významnou složkou, která se v zemědělských systémech podílí na produkci emisí (DORNINGER a FREYER, 2008). Po polních emisích a hnojivech tvořily emise v našem pokusu až třetí nejvyšší emisní zátěž. Přičemž bylo spotřebováno na všechny operace (od přípravy půdy po vyskladnění ze skladu) v průměru 97 litrů nafty na jeden hektar (viz příloha č. 1).

Zanedbatelné množství emisí vzniklo na produkci osiva a pesticidů. Velkým překvapením pro nás byl vznik takto malého množství emisí (zejména u pesticidů) stejně jako jejich malý podíl na celkovém množství vyprodukovaných emisí. To že tyto hodnoty vyprodukovaných emisí na výrobu pesticidů jsou až zanedbatelné, potvrzuje i KRAMER, MOLL, NONHEBEL (1999).

To je v rozporu s tvrzením, že emise produkované zemědělskou činností vznikají nejvíce z důvodu používání dusíkatých hnojiv a právě pesticidů (FOTT a kol., 2003). I my jsme počítali s daleko větším zastoupením emisí vznikajících při výrobě látek na ochranu rostlin v celkovém množství vyprodukovaných emisí před zahájením pokusu. Minimálně dvě chemické aplikace byly provedeny na každém provozním pokusu. Ošetření proti stonkovým krytonoscům a desikace.

Jak je vidět z grafu č. 2, tak největším množstvím emisí na kg výnosu jsou zatížené parcelky napadené škodlivým organismem. Dnešní intenzivní ochrana řepky se tak ukazuje jako doleko ekologičtější z pohledu tvorby skleníkových plynů než jakékoliv extenzivnější řešení. Použití pesticidů nám tedy u řepky pomáhá zajistit vyšší výnos a při přepočtu na kilogram výnosu také nižší emise. V rámci enviromentálních dopadů, které nejsou předmětem našeho zkoumání, může být spíše problém po aplikacích pesticidů s acidifikací, eutofizací, rezidui, a vnikem rezistencí (MEIER a kol. 2015).

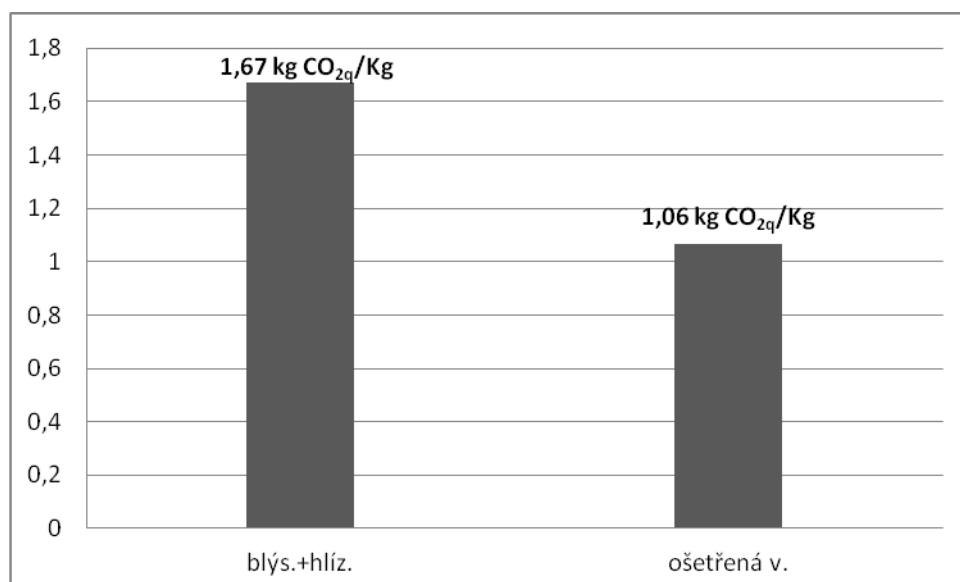
Jako například u blýskáčka řepkového se vznikouly rezistencí vůči pyretroidům a počínající k neonikotinoidům (KAZDA, 2014)

Následující graf nám podrobněji ukazuje emisní zatížení CO₂ na jednotku výnosu mezi variantami s nejnižším (blýs.+hlíz.) a největším výsledkem (ošetřená v.). U ošetřené varianty bylo v průměru na kilogram semene řepky vyprodukováno 1,06 kg CO₂. Pro srovnání obdobné množství emisí uvádí i společnost zabývající se výrobou biopaliv PREOL, a.s.. Ta udává, že při pěstování řepky olejky vznikne 1,073 kg CO_{2q}/kg. (PREOL, 2017)

U varianty nešetřené proti blýskáčkovi a hlízence obecné jsou průměrné emise na kg výnosu 0,61kg CO₂ vyšší. Což už lze považovat za výrazný rozdíl.

Nevýhodou ekologického zemědělství je nižší produkce z jednotky plochy, čímž se zvyšuje jednotkové zatížení plochy emisemi (LACKERMAN, 2008).

Graf č.3: Emise skleníkových plynů při pěstování řepky v kg CO_{2q}/kg produkce



Přestože jednotlivé neošetřené varianty měly nižší emisní zatížení na jeden hektar, po přepočtení celkových emisí na kilogram výnosu nám vychází ošetřená varianta jako „nejlepší“. Proto použití pesticidů se tedy v tomto případě jeví spíše výhodou.

5 Závěr

Na závěr bych chtěl stručně shrnout výsledky své diplomové práce, ve které jsme na základě provozního pokusu v řepce ozimé (*Brassica napus*) ověřovali škodlivost hlízenky obecné (*Sclerotinia sclerotiorum*) a blýskáčka obecného (*Meligethes aeneus*). Zároveň určili zatížení řepky ozimé skleníkovými plyny na jednotku plochy a výnosu pomocí metody LCA.

Při pohledu na tabulku se souhrnnými výsledky můžeme za zcela „nejzajímavější“ parcelky označit tyto nesledující: blýskáček + hlízenka a hlízenka. Podle očekávání, se zde jako nejvýznamnější choroba projevila *Sclerotinia sclerotiorum*. Ztráty, které vznikly na plochách bez aplikace fungicidu, byly ale neočekávaně vysoké. V průměru dosáhl výnos na všech těchto čtyřech plocha (č. 1, 2, 5, 6) pouhých 2,45 t/ha. Tedy došlo k 35 % snížení výnosu oproti průměrnému výnosu z celého pole 3,8 t/ha. Na parcelkách s názvem hlízenka bylo sklizeno v průměru 2,54 t/ha (snížení o 33%).

Parcelkou s nejnižším výnosem 2,24 t/ha byla první pokusná plocha (blýskáček + hlízenka). Domníváme se, že mírné snížení výnosu mohlo být způsobeno blýskáčkem řepkovým. Nálet blýskáčka řepkové byl v největším množství pozorován právě na okraji pole. A toto políčko, byť vzdálené 24 metrů od začátku půdního bloku, nebylo proti tomuto škůdci chráněno. Jen těžko dokážeme určit, jaké škody byly způsobené tímto škůdcem a jaké hlízenkou obecnou.

Na parcelkách označených názvem blýskáček, kde nebyl aplikován insekticid proti tomuto škůdci, jsme nezaznamenali tak výrazný pokles výnosu, jako tomu bylo u parcelek neošetřených proti *Sclerotinia sclerotiorum*. Výnosovou ztrátu 3 % a 8 % lze považovat za velmi malou a výrazné napadení blýskáčkem za statisticky neprokázané. Podíl na snížení výnosu mohli mít i šešuloví škůdci jako bejlmorka kapustová (*Dasineura brassica*) a krytonosec šešulový (*Ceutorhynchus obstrictus*) proti kterým nebylo v květu provedeno žádné opatření.

Jistá výnosová ztráta mohla být způsobená i vlivem hlízenky obecné, která v sezoně 2015/2016 způsobovala velké ztráty. Některými autory byl tento rok označován jako přímo „hlízenkovým“ - například DOUBKOVÁ (2017).

Množství emisí skleníkových plynů vyprodukovaných na jednotku plochy u jednotlivých variant lze označit za téměř shodné. V celkovém množství

vyprodukovaných emisí (v průměru 3989 kg CO_{2q}/ha), jsou vzniklé rozdíly mezi jednotlivými parcelkami jen nepatrné. Nejnižší hodnoty byly vypočítány u varianty blýskáček + hlízenka s 3974 kg CO_{2q}/ha a nejvyšší hodnota byla vypočítána u ošetřené varianty 3998 kg CO_{2q}/ha. U varianty hlízenka obecná pak vzniklo 3989 kg CO_{2q}/ha a varianty blýskáček obecný 3994 kg CO_{2q}/ha.

Následně byly tyto emise z plochy jednoho hektaru vyděleny průměrným výnosem z jednotlivých parcelek. Vypočítali jsme tak objem emisí skleníkových plynů, který vznikl při produkci jednoho kilogramu semene řepky. Výsledné množství emisí bylo posléze rozděleno do pěti kategorií (polní emise, hnojiva, agrotechnika, osivo, pesticidy) a ty byly porovnávány podle velikosti zastoupení.

Z celkového množství emisí skleníkových plynů přepočtených na kilogram výnosu se jako nejvýznamnější ukázaly polní emise, které jsou přímo úměrné dávce dodaných minerálních živin. Samotnou výrobou průmyslových hnojiv pak vznikl druhý největší objem emisí. Polní emise společně s emisemi z výroby hnojiv tvořily víc jak 80% z celkového množství emisí.

Velká část emisí skleníkových plynů vznikla i spálením nafty během agrotechnicky postupů. Nepatrné množstvím emisí z celkového množství vzniklo z produkce osiva a pesticidů.

Nejnižší množství emisí na kilogram semene řepky vzniklo u ošetřené varianty (1,06 kg CO_{2q}/kg). Což odpovídá výsledkům, které vzniknou konvečním pěstováním řepky pro výrobu biopaliv dle PREOL, a.s. (1,073 kg CO_{2q}/kg).

Téměř obdobný výsledek v průměru na obou variantách (1, 10 kg CO_{2q}/kg), díky mále škodlivosti blýskáčka řepkového v sezoně 2015/16, vykazují stejně pojmenované parcelky (blýskáček). Na těchto políčkách s minimální ztrátou (5,5 %) oproti průměrnému výnosu (3,8 t/ha) a s jednou aplikací méně, než u ošetřené varianty jsou přesto emise na jednotku výnosu vyšší.

Výrazně vyšší množství emisí vzniklo u variant neošetřených proti napadení hlízenkou obecnou (blýskáček + hlízenka a hlízenka). Vliv vhodného počasí a taktéž neprovedením dnes běžné preventivní ochrany proti vzniku *Sclerotinia sclerotiorum* byla škodlivost tak výrazná (v průměru 33%). Zákonitě tak vzniklo vyšší množství emisí na jednotku výnosu než u ošetřené (konveční varianty). A to u varianty blýskáček+hlízenka 1,77kg CO_{2q}/kg a varianty hlízenka 1,66kg CO_{2q}/kg.

Dle KOČÍHO (2010) slouží LCA analýza k vyjádření negativních environmentálních dopadů, zlepšení životního cyklu produktu nebo vybrání varianty s nižším dopadem na životní prostředí.

Nejvýraznější environmentální dopad při pěstování řepky olejky z hlediska emisí je tvořen výrobou průmyslových hnojiv a při uvolňování tzv. polních emisí z půdy, které jsou závislé na množství dodaných živin.

Na základě našich výsledků, můžeme bezpečně tvrdit, že vynecháním jakékoliv výše aplikované varianty pesticidů, nedojde k výraznějšímu snížení emisí. Řepku ozimou, z hlediska snížení množství emisí skleníkových plynů, lze pěstovat pouze intenzivním (konvenčním) způsobem.

Seznam literatury

1. **BALNAR, A. (2008):** Příčiny a důsledky vlivu člověka na životní prostředí z fyzikálního hlediska. Wichterlovo Gymnázium, Ostrava, 56 p.
2. **BARANYK, P., a KOPRNA, R., (2007):** Odrůdy řepky. In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol.: Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 9788086726267.
3. **BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol. (2007):** Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha: Profi Press, ISBN 9788086726267.
4. **BARKER, T., BASHMAKOV, I., BERNSTEIN, L., BOGNER, J. E., BOSCH, P. R., DAVE, R., DAVIDSON, O. R., FISHER, B. S., GUPTA, S., HALSNÆS, K., HEIJ, G. J., KAHN RIBEIRO, S., KOBAYASHI, S. ET AL. (2007):** Technical Summary. In: Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R., Meyer, L. A. (Eds.), Climate Change : Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 25-93.
5. **BARROS (2006):** V. *Globální změna klimatu*. Praha: Mladá fronta, 165 s.
6. **BAUMA D., (2017):** Řepkařům přibývá problémů. Úroda, 4/2017, 3 s.
7. **BEČKA A BOKOR (2017):** Výskyt houbových chorob řepky ozimé v roce 2016 v České a Slovenské republice. Agromanuál 3/2017 30-33s.
8. **BEČKA, D., (2007):** Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, ISBN 978-80-87111-05-5.
9. **BELLINGOVÁ, H.; JAKUBES, J.; ŠVÁB, M., (2006):** Moderní využití biomasy, Česká energetická agentura, on-line text (<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>).

10. **BERNARDOVÁ (2016):** Ochrana hlavních plodin v roce 2016. Agromanuál 10/2016 17-19 s.
11. **BERNER, K., BERNER, R. A. (2012):** Global Environment - Water, Air, and Geochemical Cycles. Princeton University Press, New Jersey, USA, 435 p.
12. **BISWAS, W. K., BARTON, L., CARTER, D. (2008):** Global Warming Potential of Wheat Production in South Western Australia. A Life Cycle Assessment. Water and Environment Journal, 22: 206-216.
13. **BITTNER (2016):** Poškození polních plodin v roce 2016. Agromanuál 10/2016 17-19 s.
14. **BITTNER, V., (2006):** *Škodlivé organismy řepky: abiotická poškození, choroby, škůdci : extramanuál.* Hradec Králové: Agro, ISBN 80-903764-0-1.
15. **BOLAND, G. J., and HALL, R. (1994):** Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. Can. J. Plant Pathol. 16, 93–100.
16. **Braniš, M., Hůnová, I. (2009):** Atmosféra a klima, aktuální otázky ochrany ovzduší. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, Praha, 352 p.
17. **CONSOLI, (1993):** Guidelines for life-cycle assessment: 'A Code of Practise', SATEC, Brusel
18. **DE BACKER, E., AERTSENS, J., VERGUCHT, S., STEURBAUT, W. (2009):** Assessing the Ecological Soundness of Organic and Conventional Agriculture by Means of Life Cycle Assessment (LCA): A Case Study of Leek Production. British Food Journal, 111(10): 1028- 1061.
19. **DORNINGER, M., FREYER, B. (2008):** Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich. BOKU, IFOL, Wien, Austria, 36 p.

- 20. DORNINGER, M., FREYER, B., (2008):** Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich. BOKU, IFOL, Wien, Austria, 36 p.
- 21. DOUBKOVÁ (2017):** Né bílá a černá, jen žlutá a zelená. Zemědělec 15/2016 24 s.
- 22. FÁBRY, A., (2007):** Světová situace v produkci a odbytu olejnin. In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol.: Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha: Profi Press, ISBN 9788086726267
- 23. FOTT, P., PRETEL, J., NEUŽIL, V., BLÁHA, J., (2003):** Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů. ČHMÚ, Praha, 97p.
- 24. FRIEL, S., DANGOUR, D. A., GARNETT, T., LOCK, K., CHALABI, Z., ROBERTS, I., BUTLER, A., BUTLER, C. D., WAAGE, J., MCMICHAEL, A. J., HAINES, A. (2009):** Public Health Benefits of Strategies to Reduce Greenhouse-Gas Emissions: Food and Agriculture. Health and Climate Change, 4: 1-10
- 25. GALL (2017):** Aktuální přehled ochrany rostlin. Agromanuál, 3/2017: 4-7 s.
- 26. HAAS, G; WETTERICH, F; KÖPKE, U., (2001):** Comparing intensive, extensive and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment: Agric. Ecosyst. Environ.. [s.l.] : [s.n.], 83 s.
- 27. HAVEL (2017):** Vliv stavu porostu ozimé řepky na škodlivost blýskáčků. Úroda 4/2017 54-56 s.
- 28. JELÍNEK, J. (2010):** Nauka o zemi (Skleníkové plyny a jejich vliv na globální oteplování). Institut geologického inženýrství. Hornicko-geologická fakulta, VŠB – Technická univerzita Ostrava. [Online], [cit. 22. 8. 2014]. Dostupné na internetu: <http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-atmosfera.htm>
- 29. JÍLKOVÁ, J., (2003):** Daně, dotace a obchodovatelná povolení – nástroje ochrany ovzduší a klimatu. IREAS, Praha, 156 p.

- 30. KALVOVÁ, J., MOLDAN, B. (1996):** Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Karolinum Praha. 161 s.
- 31. KAZDA, J., (2003):** Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. 3., dopl. vyd. Praha: Zemědělec. ISBN 8086726037.
- 32. KAZDA, J., (2003):** Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Zemědělec.
- 33. KAZDA, J., (2014):** Škůdci polních plodin. Praha: Profi Press. ISBN 9788086726618.
- 34. KAZDA, J., (2016):** Ochrana proti blýskáčkovi řepkovému. Úroda, 4/2016: 52-55 s.
- 35. KAZDA, J., a J., ŠKEŘÍK. (2008):** Metodika integrované ochrany řepky. Praha: SPZO, 2008. ISBN 9788087065082.
- 36. KAZDA, J., J., MIKULKA a E., PROKINOVÁ (2010):** Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. Praha: Profi Press, ISBN 9788086726342.
- 37. KOČÍ, V., (2009):** Posuzování životního cyklu – LCA. Chrudim
- 38. KOČÍ, V., (2010):** Příručka základních informací o posuzování životního cyklu – LCA, Praha
- 39. KRAMER, K. J., MOLL, H. C., & NONHEBEL, S., (1999):** Total greenhouse gas emissions related to the Dutch crop production system. Agriculture, Ecosystems & Environment, 72(1), 9-16.
- 40. KRUBKA (2017):** Nedejte škůdcům řepky žádnou šanci. Zemědělec 14/2017 28s.
- 41. KUTHAN, A., (2017):** Biopesticidy u nás a ve světě. Agromanuál, 1/2017: 28-30 s.
- 42. LACKNER, M., (2008):** Sozialökologische Dimensionen der österreichischen Ernährung: Eine Szenarienanalyse. Institute of Social Ecology, Klagenfurt University, Vienna, Austria, 59 p.

- 43. LUTZ, W. (2013):** The future population of the world: what can we assume today. Routledge.
- 44. MARKYTÁN (2016):** Řepka nachystaná na dobrý výnos. Zemědělec 13/2016: 27-28 s.
- 45. MEIER. M. a kol. (2015):** Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment?, Journal of Environmental Management, vol. 149, 193-208 s.
- 46. MILLAR, N., ROBERTSON, G. P., GRACE, P. R., GEHL, R. J., HOBEN, J. P., (2010):** Nitrogen fertilizer management for nitrous oxide (N₂O) mitigation in intensive corn (Maize) production: an emissions reduction protocol for US Midwest agriculture. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. vol. 15, issue 2, s. 185-204. DOI: 10.1007/s11027-010-9212-7. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11027-010-9212-7>
- 47. NÁTR, L., (2006):** Země jako skleník - Proč se bát CO₂. Academia Praha, 143 s.
- 48. NEMEŠOVÁ, I., PRETEL, J., (1998):** Skleníkový efekt a životní prostředí. MZe ve spolupráci s ČHMÚ a ústavem fyziky atmosféry AV ČR, Praha, 76 p.
- 49. NIGGLI, U., FLIESSBACH, A., HEPPERLY, P., SCIALABBA, N., (2011):** Zemědělství s nízkými emisemi skleníkových plynů. Bioinstitut, Olomouc, 26 p.
- 50. NILSSON C., (1987):** Yield losses in summer rape caused by pollen beetles (*Meligethes aeneus*). Swed J Agric Res 17:105–111
- 51. PRETEL, J. (2012):** Ekologie. Hospodárnost: Současná realita globální změny klimatu. [Online], [cit. 7. 7. 2014]. Dostupné na internetu: <http://www.pro-energy.cz/clanky3/3.pdf>, pp. 44-49 s
- 52. PROCHÁZKOVÁ, R., PRÁŠILOVÁ, M., (2017):** Zemědělská produkce a soběstačnost ČR klesly. Farmář, 2/2017: 13-15 str.

- 53. PROKINOVÁ, E., (2014):** Choroby polních plodin. Praha: Profi Press. ISBN 9788086726595.
- 54. QUASCHNING, V. (2010):** Obnovitelné zdroje energií. Grada Publishing, Praha, 296 p.
- 55. REMTOVÁ, K., (1996):** Trvale udržitelný rozvoj a strategie ochrany životního prostředí. Ministerstvo ŽP ČR Praha, 95 s.
- 56. SEIDENGLANZ a kol., (2017):** Problémy s rezistencí u škůdců řepky. Agromanuál, 3/2017: 58-61 s.
- 57. SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., ALLEY, R.B. (2007):** Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, N.Y., USA
- 58. SRDECNÝ a kol., (2009):** Obnovitelné zdroje energie – Přehled druhů a technologií. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR, s. 3-6, 26-31, ISBN: 978-80-7212-518-0.
- 59. ŠANDERA (2016):** Pěstitelský ročník 2015/16 na Moravě a Vysočině. Agromanuál 10/2016 17-19 s.
- 60. ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U., ČÍTKOVÁ, S., DYTRTOVÁ, K., FIŠER, B., HLUCHÝ, M., JUST, T., KUČERA, P., KURAS, T., LYTH, P., POTOČIAROVÁ, E., SALAŠ, P. ET AL. (2008):** Zemědělství a krajina – cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého v Olomouci
- 61. ŠTĚNIČKA, M., (2017 b):** Regulace růstu, výživa a ochrana plodin. Úroda, 4/2017 12s.
- 62. ŠTĚNIČKA, M., (2017):** K ochraně a regulaci řepky a obilnin. Úroda, 3/2017: 10 s.
- 63. TILLING, S. (1992):** Ozón a skleníkový efekt. Tereza, Praha, 44 p.

- 64. TOKUDA, S., HAYATSU, M. (2004):** Nitrous Oxide Flux from a Tea Field Amended with a Large Amount of Nitrogen Fertilizer and Soil Environmental Factors Controlling the Flux. *Soil Science & Plant Nutrition*, 50: 365–374.
- 65. TÓTH, P., HUDEC, K., (2007):** Škodcovia a choroby repky olejky. Integrovaná ochrana.
- 66. VALENTOVÁ M., (2017):** Vývoj osevních ploch a produkce řepky olejky v Evropě. *Úroda* 4/2017, 20-23 s.
- 67. VAŠÁK, J., (2000):** Řepka. Agrospoj, 2000. Semafor. ISBN 80-239-4236-0.
- 68. VAŠÁK, J., FÁBRY, A., ZUKALOVÁ, H., MORBACHER, J., BARANYK, P. (1997):** Systém výroby řepky. Česká pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky, 1999.
- 69. VRTÍLEK P., (2016):** Ekonomika pěstování řepky a slunečnice. *Úroda* 4/2016, 26-29s.
- 70. ZEHNÁLEK, P., (2016):** Seznam doporučených odrůd řepky olejky 2016, ISBN 9788074011191
- 71. ZOU, J., HUANG, Y., LU, Y., ZHENG, X., WANG, Y. (2005):** Direct Emission Factor for N₂O from Rice-Winter Wheat
- 72. ŽALUD, Z., (2009):** Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 270 s.

5.1 Internetové zdroje

- ověřeno dne 20. 4. 2017

1. Internetový zdroj č. 1:

www.monsanto.cz/dokumenty/stahni-dokument/id-dokumentu/323/

2. PREOL (2017):

<https://www.preol.cz/info-pro-verejnost/co-jsou-biopaliva>

3. DOLEŽAL (2012):

Jan. BIOPALIVA JAKO ODPOVĚĎ NA ZMĚNU KLIMATU?.

<http://glopolis.org/wp-content/uploads/soubory/biopativa-jako-odpoved-na-zmenu-klimatu.pdf>

4. CHANCHE (2011):

Skleníkové Plyny. You control climate chance [online]. s. 1-3, 2011121[cit.20121125].Dostupnéz

http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_sk.pdf

5. ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PORTÁL (2017):

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#ior|met:ca662b7ef5fa0d7a2057817ea903ce4c|kap1:choroby|kap:1d717fd390a3896993e5fa66fb4c4e40

6 Přílohy

Operace	Nafta (l/ha)
Orba	23 litrů
Rozmetání hnoje	15 litrů
Předseťová příprava	11 litrů
Setí	14 litrů
Válení	4 litrů
Sklizeň + drcení	22 litrů
Uskladnění + vyskladnění	8 litrů
Celkem	97 litrů