

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Diplomová práce

Porovnání různých technologií pěstování řepky ozimé

Bc. Jiří Morava

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Morava

Zemědělská technika

Název práce

Porovnání různých technologií pěstování řepky ozimé.

Název anglicky

Comparison of different technologies for winter rapeseed cultivation

Cíle práce

Na základě studia dostupné literatury a provozních pokusů porovnat různé technologie pěstování řepky ozimé, a to především z hlediska zakládání porostů, jejich ošetřování a výsledného výnosu.

Metodika

Studium literatury zaměřené obecně na technologie pěstování řepky ozimé. Syntéza poznatků z literatury a zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých technologií. Založení provozního pokusu s nejméně dvěma rozdílnými metodami pěstování řepky ozimé. Sledování vývoje porostu, průběhu počasí a zásahů během jeho růstu. Zjištění výsledného výnosu. Porovnání výhod a nevýhod sledovaných technologií.

Práce by se měla držet následující osnovy:

1. Úvod
2. Literární rešerše zaměřená na metody pěstování řepky ozimé
3. Metodika hodnocení průběhu pěstování řepky ozimé
4. Naměřené výsledky a diskuse
5. Porovnání sledovaných technologií
6. Závěr

Doporučený rozsah práce

40 až 50 stran

Klíčová slova

řepka ozimá, zakládání porostů, technologie pěstování

Doporučené zdroje informací

BRANT, Václav; KROULÍK, Milan; KRČEK, Vítězslav; KRÁSA, Josef; KAPIČKA, Jiří; HAMOUZ, Pavel; LUKÁŠ, Jan; ZÁBRANSKÝ, Petr; ŠKEŘÍKOVÁ, Michaela; ŠKEŘÍK, Josef; JOB, Zdeněk; LANG, Jan; PETRUS, David; ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, ; AGRA ŘISUTY (FIRMA). *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. České Budějovice: Kurent, s.r.o., 2020. ISBN 978-80-87111-81-9.

Firemní literatura a webové stránky výrobců zemědělské techniky.

HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B.: *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press s.r.o., 2008, 248 s., ISBN 978-80-86726-28-1

KUMHÁLA, F. – HEŘMÁNEK, P., – MAŠEK, J. – KVÍZ, Z. – HONZÍK, I.: *Zemědělská technika-stroje*

a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: ČZU Praha v nakladatelství powerprint s.r.o., 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7

Předběžný termín obhajoby

2023/2024 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 31. 1. 2023

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2023

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2024

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Porovnání různých technologií pěstování řepky ozimé* vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 27. 3. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu práce panu prof. Dr. Ing. Františku Kumhálovi za jeho cenné rady, odborné vedení mé diplomové práce a jeho pomoc při odběru fyzikálních pokusů. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Chybovi PhD. za jeho pomoc a rady při odběru a následném vyhodnocování fyzikálních pokusů. Dále patří mé poděkování také panu Ing. Josefu Čejkovi za jeho ochotnou spolupráci, umožnění tvorby pokusů na pozemcích Zemědělského družstva Dolní Újezd a poskytnutí důležitých podkladů k mé diplomové práci. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a svým nejbližším za jejich podporu při studiu.

Porovnání různých technologií pěstování řepky ozimé

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o možnostech pěstování řepky ozimé z pohledu zjištění výhod různých technologií.

První část diplomové práce se zabývá představením řepky a možnostmi jejího využití. Následně jsou popsány vlivy, které způsobují snížení výnosu plodiny nebo ovlivňují kvalitu semen. Na závěr je v teoretické části popsána biologická stavba rostliny a dále následují technologické postupy, které provádíme v průběhu pěstování řepky.

V praktické části jsou popsány lokality, na kterých probíhaly pokusy, a následně je popsán postup všech činností, které byly na pozemku provedeny. Součástí práce je popis metod, pomocí kterých jsme prováděli klasifikaci způsobů pěstování řepky ozimé. Následují naměřená data a výsledky z měření. Na závěr praktické části dochází k porovnání sledovaných technologií a popsání jednotlivých výhod a nevýhod.

Klíčová slova: řepka ozimá, zakládání porostů, technologie pěstování

Comparison of winter rapeseed cultivation technologies

Abstract

This diploma thesis discusses the possibilities of winter rape cultivation from a perspective finding out the advantages of different technologies.

The first part of the thesis deals with the introduction of rape and the possibilities of its use. Subsequently, the influence that cause a reduction in crop yield or affect it are described seed quality. At the end, the biological structure of the plant is described in the theoretical part, followed by the technological procedures that we carry out during rapeseed cultivation.

In the practical part, the localities where the experiments took place and subsequently are described the procedure of all activities that were carried out on the land. Part of the work is a description of the methods we used to classify the winter rape cultivation method. The following are measured data and results from measurements. At the end of practical part, there is a comparison of the monitored technology and description of individual advantages and disadvantages.

Keywords: canola winters, establishment of stands, cultivation technology

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika	2
3	Literární rešerše zaměřená na metody pěstování řepky ozimé	3
3.1	Řepka olejka ozimá	3
3.1.1	Historie pěstování řepky olejné	3
3.2	Možnosti využití řepky olejné	4
3.2.1	Potravinářství	5
3.2.2	Krmivářství	5
3.2.3	Oleochemie	5
3.2.4	Energetické využití	6
3.2.5	Ostatní	6
3.3	Biologická charakteristika řepky olejné	7
3.3.1	Semeno	7
3.3.2	Kořenový systém	7
3.3.3	Lodyha s listy	8
3.3.4	Květ	9
3.3.5	Plod	9
3.4	Výnosotvorné prvky řepky olejné	10
3.4.1	Vlivy ovlivňující výnosnost řepky	10
3.4.2	Vlivy ovlivňující kvalitu semen řepky	12
3.5	Požadavky pro pěstování řepky olejné	13
3.5.1	Půda a počasí	13

3.5.2	Zařazení v osevním postupu	14
3.5.3	Typ odrůdy	14
3.5.4	Přezimování řepky	17
3.6	Agrotechnika pěstování řepky ozimé	18
3.6.1	Hnojení	19
3.6.2	Příprava půdy	22
3.6.3	Setí	24
3.6.4	Chemická ochrana	25
3.6.5	Regulátory dozrávání a desikace	26
3.6.6	Sklizeň, posklizňová úprava a skladování	27
4	Metodika hodnocení průběhu pěstování řepky ozimé	29
4.1	Metoda pěstování řepky na 50 cm	29
4.1.1	Lokalita pozemku	29
4.1.2	Založení pokusu	30
4.1.3	Výživa a hnojení	31
4.1.4	Kontrola porostu a měření pokusu 1	33
4.1.5	Sklizeň porostu	34
4.2	Metoda pěstování řepky na 30,8 cm	35
4.2.1	Lokalita pozemku	35
4.2.2	Založení pokusu	35
4.2.3	Výživa a hnojení	36
4.2.4	Kontrola porostu a měření pokusu 2	38
4.2.5	Sklizeň porostu	39

4.3	Hydraulická vodivost půdy.....	39
4.4	Neporušené půdní vzorky.....	40
4.4.1	Odběr půdních vzorků.....	40
4.4.2	Rozbor půdních vzorků.....	41
4.4.3	Výpočty odebraných půdních vzorků.....	42
4.5	Penetrační odpor.....	44
5	Naměřené výsledky a diskuse.....	45
5.1	Měření hydraulické vodivosti půdy.....	45
5.2	Odebrané půdní válečky.....	47
5.2.1	Hodnoty odebraných půdních válečků.....	47
5.2.2	Vypočtené hodnoty odebraných válečků.....	48
5.3	Penetrační odpor.....	50
5.4	Statistické porovnání hodnot hydraulické vodivosti.....	51
5.5	Výnosové mapy zkoumaných pozemků.....	52
6	Porovnání sledovaných technologií.....	54
6.1	Zhodnocení výsledků hydraulické vodivosti.....	54
6.2	Zhodnocení výsledků půdních vzorků.....	54
6.3	Zhodnocení výsledků penetračního odporu.....	55
7	Závěr.....	56
8	Použitá literatura.....	58
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam tabulek.....	64

1 Úvod

Možnosti pěstování řepky ozimé jako širokořádkové plodiny je stále častěji používanou metodou pěstování. Tento způsob přináší řadu výhod, které mohou pěstitele přesvědčit k jejímu použití. Před začátkem používání těchto přístupů je nutné zjistit, zdali půda, kterou obhospodařujeme, je vhodná pro pěstování řepky jako širokořádkové plodiny. Ve většině případů bude metoda širokořádkového pěstování řepky vhodná a přinese zemědělcům nové možnosti, jak danou půdu a rostliny ošetřovat a hnojit. V některých případech bude nutné změnit návaznost osevních postupů, aby už při pěstování předplodin bylo myšleno na potřeby, které bude řepka potřebovat. Vhodná změna a kombinace agrotechnických postupů je vhodným předpokladem k získání velkého množství přínosů při pěstování řepky v řádcích. Problém, který může nastat převážně u menších podniků, je ten, že v případě využívání odlišných metod a méně rozsáhlého portfolia pěstovaných plodin může dojít k nutnosti potřeby nových strojů. Je možné využít zemědělské služby, které zemědělci pomůžou v případě, když nemá dostatek finančních prostředků ke koupi potřebných strojů.

Přístupy širokořádkového pěstování řepky ozimé přinášejí řadu nejistot, které je nutné co nejvíce eliminovat, aby metoda přinesla hospodářský zisk. Jelikož dochází k setí rostlin na široko, tak mezi nimi vzniká meziprostor, ve kterém mohou růst plevelé nebo v případě svažitých pozemků může docházet ke smyvu ornice z pole. Proto je nutné předcházet těmto nepříznivým vlivům. V případě růstu plevelů je možné použít vhodné herbicidy již v zárodku vzejití plevelů. Možností je také použití pleček, které jsou při širokořádkovém způsobu pěstování přípustné a v poslední době hojně využívané. Plečky zamezí vzcházení plevelů a provzdušní uleželou vrchní část skývy. Při použití pleček je možné plečku dovybavit aplikací hnojiva a rostlina má rychlejší přísun živin během vegetace.

Pro využití všech těchto novodobých strojů je zapotřebí využít navigaci a přesnější signál, ať už nejpresnější signál RTK (Real Time Kinematic), anebo některé podobné signály, jako je např. signál SF-3 od firmy John Deere. Vždy je nutná přesnost alespoň na 3 cm, aby nedošlo při nepřesnosti signálu k poničení pěstovaných rostlin.

Metoda pěstování řepky na široko mě velice zaujala, a proto jsem se touto problematikou v diplomové práci zabýval a nejdůležitější informace popsals v kapitolách níže.

2 Cíl práce a metodika

Na základě studia dostupné literatury a provozních pokusů mám za cíl porovnat různé technologie pěstování řepky ozimé, a to především z hlediska zakládání porostů, jejich ošetřování a výsledného výnosu.

Zpracování literární rešerše je zaměřené obecně na technologie pěstování řepky ozimé a jednotlivé kroky při jejím pěstování. Následuje syntéza poznatků z literatury a dostupných internetových zdrojů, zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých technologií a dále pak založení provozního pokusu s nejméně dvěma rozdílnými metodami pěstování řepky ozimé. Budu sledovat vývoj porostu, průběh počasí a zásahy během jeho růstu. Na závěr pokusu budu zjišťovat výsledný výnos. Po změření infiltrace vody do půdy a fyzikálních vlastností půdy zjistím výsledky měření a porovnam výhody a nevýhody sledovaných technologií.

3 Literární rešerše zaměřená na metody pěstování řepky ozimé

3.1 Řepka olejka ozimá

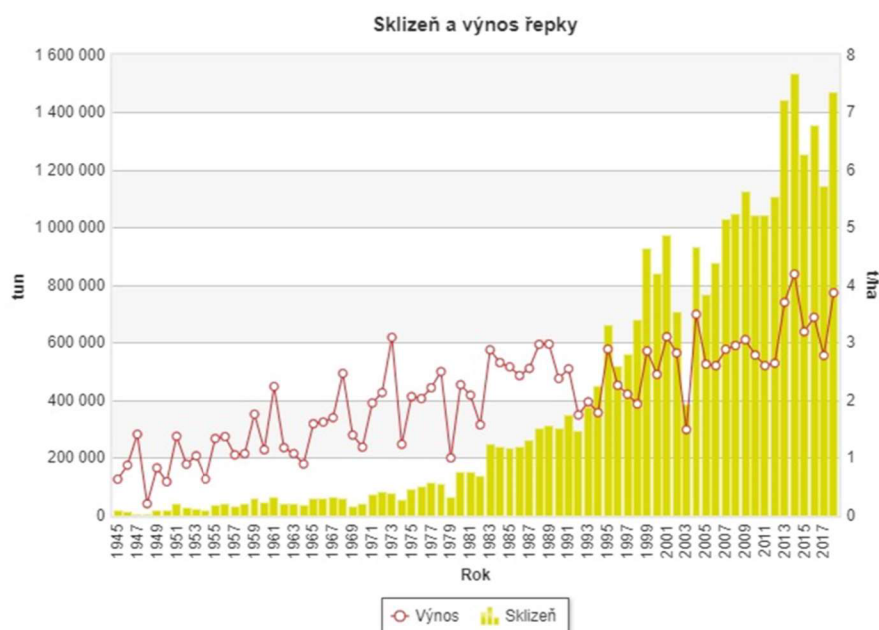
Řepka ozimá je olejnina. Olejny se člení na čeledi hvězdčicovité, brukvovité a mákovité. Řepka olejná, latinským názvem *Brassica napus*, spadá do čeledi brukvovitých, rodu brukev. Řepka dorůstá výšky 60–120 cm, tvoří ji kulovitý kořen o průměrné délce 50–65 cm, na který navazují postranní kořenové vlásky. Na podzim musí řepka dostatečně zakořenit, aby dokázala přezimovat, a na jaře dochází k prodlužování (růstu) nadzemní části a postupnému vývoji šešulí. V nadzemní části řepka vytvoří lodyžní lístky, které postupně rozkvétají a korunní lístky se v době kvetení zbarví do žluta. Řepka kvete převážně v květnu a červnu, kdy se udělá teplo a rostlina má dostatek slunečního svitu a dostatek vláhy. Na vláhu je rostlina citlivá především v době zakořenění (po zasetí) a poté v době kvetení a při tvorbě šešulí. Květenstvím řepky je řídký hrozen, který tvoří šešule s 15–40 olejnatými semeny černohnědé barvy a délkou šešule 50–60 mm (Baranyk a kol., 2010). Řepka ozimá se na našich polích vyskytuje od poloviny srpna až do konce července následujícího roku, tudíž je to plodina, která má velmi dlouhou vegetační dobu. Agronomové zemědělských podniků musí počítat s dlouhou vegetační dobou rostliny a podle toho vhodně naplánovat osevní postup a navazující agrotechnické postupy. Řepka má také významné přínosy pro půdní strukturu. Během vegetace dodává do půdy organickou hmotu, tvoří drobtovitou strukturu půdy a je významnou plodinou pro přerušování sledů obilnin (Tichá a kol., 2008).

3.1.1 Historie pěstování řepky olejné

Původní oblastí pro pěstování řepky bylo středomoří. Ze začátku se používala jako zelenina a až ve středověku se začala její semena využívat pro výrobu olejů a mýdel. U nás se začala pěstovat až v 19. století a její velký nárůst se objevil koncem 90. let, kdy se začala využívat na výrobu biopaliv (Bečka a kol., 2007). Řepka se na našem území dříve nepěstovala v takovém rozsahu, jako vidíme dnes. Důsledkem byla nízká kvalita řepkového oleje a jeho vysoký obsah kyseliny erukové, který snižoval chuťové i zdravotní vlastnosti oleje. Proto se dávala přednost oleji slunečnicovému, který se k nám často dovážel. Po významném šlechtění se kanadským šlechtitelům podařilo snížit obsah kyseliny erukové a řepka začala být vyžadovanou pěstební plodinou (Baranyk a kol., 2010). Nejdříve vznikly tzv. nulové odrůdy řepky a postupem času se díky šlechtění vytvořily tzv. dvounulové odrůdy, které se pěstují až dodnes.

Řepka ozimá je pěstována na 300–400 tisících hektarech území České republiky, a proto je nejvýznamnější olejninou v České republice. Její výnos se pohybuje od 3 do 4 t·ha⁻¹. Záleží na plnění agrotechnických postupů, povětrnostních podmínkách, klimatických podmínkách, kvalitě orné půdy a ostatních důležitých činitelích. Řepka ozimá je méně rozšířeným druhem oproti řepce jarní, která je pěstována především v Americe a Austrálii, a to díky vhodným klimatickým podmínkám. Ozimé typy řepky se pěstují zásadně v severní a střední Evropě, severní části Kanady a Ameriky, kde produkce dosahuje 8–9 mil. tun ročně. Kanada je největším světovým exportérem řepky s výrazným vlivem na cenu (Baranyk a kol., 2007).

Obrázek 1 Historie produkce řepky olejné (Český statistický úřad)



3.2 Možnosti využití řepky olejné

Olejniny jsou rostliny, které se vyznačují vysokým obsahem tuku. Řepkové semeno obsahuje 30–40 % tuku. Jelikož se v rostlině vyskytuje v takovém množství, je výhodné ho dále průmyslově zpracovávat. Používá se proto v:

- potravinářství,
- krmivářství,
- oleochemii,
- energetickém využití,
- ostatní.

3.2.1 Potravinářství

Oleje bylo v potravinářství zpočátku málo, jelikož obsahoval hodně kyseliny erukové, a používal se proto jako průmyslový. Po snížení kyseliny erukové se ale stal velice žádaným a výměry řepky olejné se začaly zvyšovat. Olej se ze semen získává lisováním za studena. Semeno řepky musí být před lisováním uchováno při teplotě 12 °C s maximální vlhkostí 7 %. Poté se řepkové semeno lisuje ve velkých lisech, a to i přes název „Lisování za studena“ při teplotách 50–60 °C z důvodu velkých tlaků v lise. Větší spotřebitelé řepkového semene upravují vlhkost a teplotu v klimatizačních pánvích, čímž zvýší účinnost celého procesu. V dalším průběhu zpracování oleje se musí olej zbavit nežádoucích příměsí. Tento proces se nazývá rafinace. Rafinací se z oleje odstraní mechanické nečistoty, bílkoviny a sacharidy. Dále se eliminují barevné látky, které mohou mít vliv na chuťové vlastnosti oleje (Bárta a kol., 2019). Nevýhodou rafinace je částečné odstranění prospěšných látek, kterými jsou například tokoferoly. V potravinářství je olej často využíván jako zálivka do salátů a díky snášení vysokých teplot se využívá k tepelnému zpracování pokrmů (Baranyk a kol., 2010).

3.2.2 Krmivářství

V krmivářském průmyslu je řepka využívána jako hlavní zdroj bílkovin a energie pro hospodářská zvířata. Zvířatům je dodávána ve formě extrahovaného šrotu, pokrutin či semen. Tyto typy krmiv jsou vedlejším produktem při extrakci oleje, a tudíž je řepka všestranně využita. Nevýhodou semen řepky je obsah antinutričních látek, a proto je musíme dodávat zvířatům v přiměřeném množství. Tepelné zpracování řepky má velký vliv na obsah látek v řepkovém šrotu. Proto se extrahované šroty dělí podle toho, jakým typem tepelného zpracování byly vytvořeny. U několika pokusů se prokázalo, že travní siláž doplněná řepkovým šrotem zvýšila hmotnostní přírůstky u rostoucích telat (Křížová, 2018). U dojnic podporuje produkci mléka. Dále se používá jako doplněk pro tukování krmných směsí pro dobytek. Tukování zajistí zvýšení energetické dávky krmiva a lepší pohodu zvířat (Tomšíček, 2016).

3.2.3 Oleochemie

V chemickém průmyslu (oleochemii) se zpracovává přibližně 10 % produkce řepkového semene. Řepkové semeno je rozkládáno hydrolýzou nebo alkoholýzou a získává se glycerol, mastné kyseliny, mastné alkoholy, aminy a oligomerní mastné kyseliny. Glycerol je trojsytný alkohol, který patří do důležitého odvětví v organické chemii (Baranyk a kol., 2007).

Z těchto produktů se poté vyrábí plastické hmoty, pryskyřice, mazací prostředky a další. Postupným šlechtěním a vzděláváním je možné měnit složení mastných kyselin, čímž docílíme do budoucna širokého spektra olejů a jiných mazacích přípravků (Tichá a kol., 2008). Typy řepky ozimé a jejich jednotlivé složení mastných kyselin jsou zobrazeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Složení odrůd řepky (Tichá a kol., 2008)

Typ řepky	Olejnatost (%)	Mastné kyseliny (%) – počet uhlíků: počet dvojných vazeb				
		Palmitová	Stereová	Olejová	Linolová	Eruková
		C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C22:1
Eruková	47–50	3–4	0,5–1	8–23	11–16	41–54
Bezeruková	45–47	4–5	0,5–1	23–40	24–31	0–5
Dvounulová	45–48	4–5	0,5–1	23–40	24–31	0–5

3.2.4 Energetické využití

Energetické využití řepkového semene je především v oblasti bionafty pro pohon naftových motorů. Výroba bionafty začíná lisováním oleje ze semen řepky. Poté následuje rafinace oleje a transesterifikace pomocí metanolu nebo katalyzátoru. Transesterifikací vznikne metylester řepkového oleje neboli bionafta. Pro bionaftu neboli MEŘO platí evropská (zároveň česká) kvalitativní norma ČSN-EN 14214. Bionafta disponuje dobrou biologickou rozložitelností, má nízkou kouřivost a je vyrobena z obnovitelných surovin (Tomšíček, 2016). K nevýhodám bionafty patří omezená možnost produkce, snížený výkon oproti normální naftě a nutnost přidávání aditiv pro chladnější podmínky (Baranyk a kol., 2010).

3.2.5 Ostatní

Řepku je možné také využívat jako zelené hnojení. Na podzim se po sklizni předchozí plodiny provede podmítka, která je často spojena se setím meziplodiny. Pole nezůstává bez pokryvu a meziplodina je schopná vázat dusík a zlepšovat organické vlastnosti půdy. Po určité době se meziplodina mulčuje a následně zaoře. Řepka je také významnou medonosnou plodinou, což je jejím velkým přínosem. Je to nejvýznamnější zdroj včelí snůšky, který zajišťuje včelám vhodný nektar s vysokým obsahem cukru (45 až 65 %).

3.3 Biologická charakteristika řepky olejné

Řepka olejná vznikla nejpravděpodobněji zkřížením brukve zelené a brukve řepáku jako tzv. amfiallotetraploid s 38 chromozomy v oblasti Středozevního moře (Baranyk a kol., 2010). V oblasti mírného pásma je jednou z nejznámějších olejnin. Pěstuje se v jarní a ozimé formě. V osetých plochách mírného pásma převažuje ozimá forma řepky, a to z důvodu větší stability a většího výnosu semen. Jarní forma řepky se používá hlavně v případě uhynutí ozimé řepky a následným výsevem po řepce ozimé.

3.3.1 Semeno

Semeno řepky olejné má kulovitý tvar s červenohnědým až modročerným zbarvením. Při klíčení semeno vyžaduje minimálně 60 hmotnostních procent vody, minimálně 1 °C, ale optimální je teplota mezi +20 až +25 °C. Vznik zárodečného kořínku začíná množním meristematických buněk ve vzrostném vrcholu kořenového systému. Růst zárodečného kořínku je ovlivněn teplotou půdy, vlhkostí půdy, fyzikálním stavem půdy a množstvím vzduchu v půdě. Po zasetí je semeno náchylné na poškození dřepčíky. U řepky olejné se hmotnost tisíce semen neboli HTS pohybuje v rozmezí 3,75–6,5 g (Baranyk a kol., 2007).

3.3.2 Kořenový systém

Na kořenový systém řepky olejné je třeba soustředit velikou pozornost. Kořenový systém je tvořen hlavním kulovitým kořenem o délce 20 cm a ostatními postranními vlásečnicemi. Hlavní kulovitý kořen potřebuje hlubokou kyprost půdy v místě následného setí osiva. Tímto se vytvoří vhodné podmínky pro tvorbu kořenového systému. Pro hlavní kulovitý kořen je důležité, aby směřoval přímo vertikálně dolů a nenarážel na ztvrdlou, nekyprou půdu. Kulovitý kořen má poté možnost čerpat živiny a vodu z nižších pater půdního horizontu. Díky kořenovému vlášení je možné čerpat živiny z nižších pater, především dusík, a je zabráněno kontaminaci spodních vod. Před zimou je důležitá tvorba kořenového systému a poměr mezi podzemní a nadzemní částí rostliny. Příznivý poměr poté ovlivňuje lepší odolnost vůči mrazu, stabilitu rostliny v suchém počasí a v neposlední řadě tvorbu výnosu (Baranyk a kol., 2007). Tento poměr by se před nástupem zimy měl pohybovat mezi 25–50 % nadzemní hmoty. Kořenová vrstva je z 80–90 % uložena v orniční vrstvě a zbylých 10–20 % se nachází ve vrstvách nižších. Nadzemní hmota by měla před nástupem zimy vytvořit sušinu o hmotnosti 1,5–2,5 tuny z hektaru. Pro lepší představu je nutné, aby si rostlina před zimou vytvořila růžici o 8–9 listech.

Tvorbu kořenového systému ovlivňuje:

- druh půdy a její fyzikální stav,
- podíl organické hmoty v půdě,
- vodní potenciál v půdě,
- typ předseťové přípravy,
- výživa rostlin,
- doba setí,
- výsevek.

3.3.3 Lodyha s listy

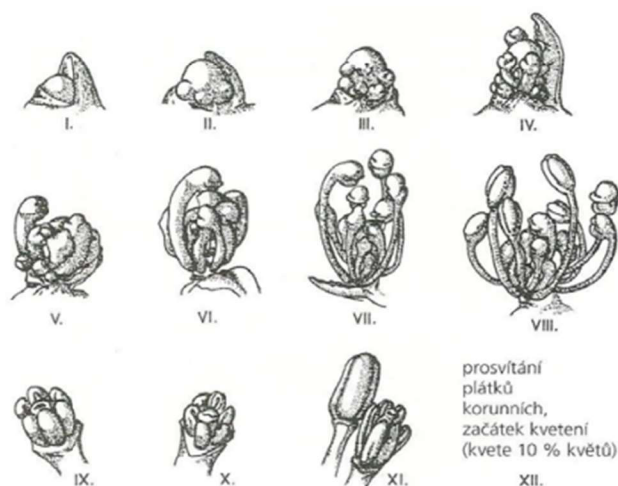
Nadzemní část řepky je tvořena lodyhou, listy, květy a následně plody. Délka lodyhy se liší dle jednotlivých odrůd, ale nejčastější délka lodyhy se pohybuje mezi 125–200 cm. Menší délky lodyhy můžeme spatřit u trpasličích a polotrpasličích odrůd, které se podařily vyšlechtit a jsou dnes velice hojně používané. Nadzemní část ozimé řepky se vyskytuje ve dvou proměnách:

- ve fázi listové růžice (fáze vegetativní),
- ve fázi prodlužovací (fáze generativní), (Baranyk a kol., 2007).

Fáze listové růžice začíná již na podzim, kdy se tvoří kořenový systém, listová růžice, a uschovávají se asimiláty v kořenovém systému a kořenovém krčku neboli hypokotylu (Baranyk a kol., 2007). Pro správné přezimování je nutné, aby se síla kořenového krčku pohybovala v rozmezí 8–12 mm. Naopak pokryvnost listoví byla zjištěna pomocí korelace mezi počtem listů na podzim a výnosovou schopností. Tato hodnota by se měla pohybovat mezi 1,5–2,5 LAI (index listové plochy).

Pro přechod z vegetativní fáze do fáze generativní je nutné, aby řepka prošla obdobím nízkých teplot. Toto období se také nazývá jarovizace. Teploty vhodné pro jarovizaci se pohybují mezi 2–8 °C po dobu 30–60 dní (Baranyk a kol., 2007). Fáze prodlužovacího růstu začíná, když se prodlužuje část rostliny nad děložními lístky. Odborně se tato část nazývá epikotyl. Tato fáze běžně začíná někdy začátkem dubna, ale vše záleží na teplotě, délce dne a slunečním svitu. Pro individuální sledování porostu řepky je vytvořená stupnice organogeneze vzrostného vrcholu o 12 etapách (viz obrázek 2).

Obrázek 2 Mikrofenologická stupnice vývoje vzrostného vrcholu (Baranyk a kol., 2007)



Listy řepky ozimé se postupně s růstem lodyhy mění a rostou. Jejich tvar je lyrovitě peřenodílný a lodyhové listy objímají rostlinu ze 2/3 obvodu lodyhy. Řepka je rostlina s velkými listy, a proto je vhodné nechat jí dostatek prostoru pro její vývoj a růst.

3.3.4 Květ

Začátek kvetení probíhá částečně na konci dubna, ale převážně až v květnu, kdy je větší teplo a více slunečního svitu. Kvetení začíná na spodu květenství a lze ho poznat dva dny před vlastním otevřením kvítků. Řepka je cizosprašnou rostlinou, a proto k opylení dochází díky pylu z jiné rostliny. U řepky se nachází květenství tvaru hroznovitého, květy jsou tvořené čtyřmi žlutými korunními plátků. Plátky jsou bleďožluté až tmavožluté. Záleží ale na typu rostliny a na její genetice. Kvetení porostu obvykle trvá 20–25 dní, nejčastěji v měsíci květnu. Květ tvoří čtyřmecné tyčinky, což znamená, že čtyři tyčinky jsou delší a podporují opylení vlastním pylem a dvě jsou kratší tyčinky, které jsou od blizny dále (Baranyk a kol., 2007).

3.3.5 Plod

Plodem řepky ozimé je šešule s blanitou přepážkou, která rozděluje šešuli na dvě chlopně. Šešule bývá dlouhá 50–60 mm, o válcovitém profilu, občas mírně zploštělá. Šešule obvykle obsahuje 15–20 semen (Baranyk a kol., 2007). Semeno je tvořeno třemi základními částmi. Na povrchu semene se nachází vnitřní a vnější osemení (testa). Uvnitř semena jsou dva děložní lístky (kotyledony) a pod děložními lístky je kořínek (radicula), kterému se také říká embryo (Vaňková, 2015).

3.4 Výnosotvorné prvky řepky olejné

Výnos rostliny se dělí na dvě podskupiny, a to na výnos biologický a výnos hospodářský. Výnos biologický je tvořen z množství podzemní a nadzemní části rostliny a výnos hospodářský tvoří vlastní semena rostliny. Semena mají 40–45 % obsahu oleje a maximálně 25 % bílkovin. Důležitým znakem je tzv. sklizňový index, který je popsán jako poměr hospodářského a biologického výnosu. Je to v podstatě poměr zrna ke slámě bez podzemní části (Baranyk a kol., 2007). Už množství nadzemní části rostliny na podzim lehce předurčuje, jaký biologický a hospodářský výnos bude rostlina mít. Jsou to ale vždy pouze teoretické poznatky a predikce. Nejvíce vždy záleží na správné agrotechnice, důsledcích počasí a ostatních činitelích. Hlavním požadavkem agronoma či vlastníka pozemku je, aby rostlina, v našem případě řepka ozimá, měla co největší hospodářský výnos. Z tohoto důvodu existuje seznam vyšlechtěných odrůd řepky, které se liší svým složením, svou výškou, svými přezimovacími schopnostmi atd. V tomto seznamu jsou vždy u každé odrůdy uvedeny hlavní výnosotvorné prvky. Hlavní výnosotvorné prvky tvoří hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m² a počet šesulí na jednu rostlinu. Výnosová schopnost poté vychází z počtu vytvořených semen na 1 m², což vyplývá z počtu šesulí na 1 m², počtu semen v šesuli a jejich HTS. Tudiž, pokud se zvyšuje počet semen v šesuli, tak klesá HTS. K rozdílnému počtu semen v šesulích dochází i mezi vedlejšími a vrcholovými větvemi. Vrcholové větve budou mít větší počet semen oproti vedlejším. Pokud bychom chtěli vědět jaké hodnoty výnosotvorných prvků jsou optimální, tak existuje tzv. ideotyp, který určuje množství jednotlivých prvků. Podle ideotypu by průměrný počet šesulí na jednotce plochy měl být větší než 4000 kusů, počet semen v šesuli by měl být větší než 20 a HTS má přesahovat 5 g (Baranyk a kol., 2007).

3.4.1 Vlivy ovlivňující výnosnost řepky

Řepka se začínala pěstovat výhradně v řepařských a kukuřičných oblastech, kde jsou půdy s dostatkem živin. Problém byl v tom, že půda v řepařských a kukuřičných oblastech nebyla přes zimu pokryta sněhem a v případě, že přišel veliký mráz, rostliny umrzly. Proto se následně hlavní výrobní oblast řepky přesunula do vyšších nadmořských pásem, jako je oblast obilnářská a bramborářská. Zde měly rostliny dostatek vláhy a dostatek sněhové pokrývky přes zimu, kdy přicházejí holomrazy. I v těchto oblastech dokázala řepka často konkurovat řepkám z oblastí řepařských a kukuřičných, jelikož se zde nevyskytovalo tak velké množství škůdců, kteří by snižovali množství šesulí na rostlině a tím pádem výnos rostliny (Baranyk a kol., 2007).

Mezi další negativní vlivy snižující výnosotvorné prvky řepky patří nízké teploty, které mohou poškodit vzrostlý vrchol. K tomuto problému může napomoci také zvěř, která v zimních obdobích hledá potravu a často vrchol ukousne. Následně dojde k vytvoření vedlejších větví a vznikají ztráty výnosového potenciálu rostliny. Z tohoto důvodu se sníží počet šešulí na rostlině, počet semen v šešulích a HTS. Dalším vlivem, který snižuje výnosnost řepky, je pozdní zahájení vegetace při rychlém nástupu vysokých teplot bez dostatku vláhy (Baranyk a kol., 2007).

Vliv na výnos řepky má také výsevek, s kterým se řepka na konci léta seje. V případě, že je výsevek větší, dochází na podzim k redukci počtu jedinců a k silné konkurenci mladých rostlin. Výsevek se správnou dobou setí a vhodnou výživou rostlin na podzim zásadně ovlivňuje přezimovací schopnost řepky, a tudíž i výnos jednotlivých rostlin při sklizni. K dobré výnosové schopnosti potřebuje řepka také dostatek živin, především dusík. V případě deficitu dusíku je rostlina zranitelnější a vytvoří menší množství větví s šešulemi. Dále mohou výnos ovlivnit katastrofické klimatologické vlivy, jako jsou bouře, hurikány, záplavy, větrná eroze, nedostatek vláhy, dlouhodobé sucho atd. I s těmito vlivy musí zemědělec počítat. Tyto vlivy zemědělec ovlivnit nedokáže, anebo pouze v malých procentech. To můžou být např. protierozní opatření pro zabránění splavu ornice či větrné eroze použitím vhodných protierozních opatření.

Mezi pozitivní vlivy ovlivňující výnosnost řepky patří brzký nástup jarní vegetace, za přispění nižších teplot vzduchu, a dostatek vláhy. Tím se včas začne vytvářet růst listové plochy a oddálí se přechod do generativní fáze. V případě delší doby kvetení se též docílí pozitivního výsledku na výnosnost řepky. Pozdní dobu kvetení ovlivní především nižší denní teploty vzduchu, které následně přejdou až k dozrávání řepky (Baranyk a kol., 2007). Pozitivní vliv na tvorbu výnosu má také hustota porostu. V případě, že má řepka dostatek prostoru, vytvoří větší množství větví, a tím pádem má více šešulí. Proto je docíleno menšího výsevku se stejným výnosem a rostlina je plně produkčně využita. Zásadní vliv na produkci řepky má také politika. Vždy záleží na tom, jak vláda bude zemědělce a dané komodity podporovat. Jaké dotace budou mít zemědělci k dispozici a jaká bude rentabilita jednotlivých komodit. Rentabilita závisí především na vývoji tržních cen komodit, které je nutné souvisle sledovat, jelikož se v průběhu roku několikrát mění až o desítky procent.

3.4.2 Vlivy ovlivňující kvalitu semen řepky

Na kvalitu semen řepky a množství oleje v semenech má největší vliv teplota a půdní vlhkost. V případě, že je půda vlhčí, dochází ke zvyšování množství oleje v semenech. Pokud si vezmeme příklad z podmínek, kde je nižší teplota a větší půdní vlhkost, semena budou mít větší množství oleje, než kdybychom byli v podmínkách vyšších teplot a nižší půdní vlhkosti. Pokud budeme porovnávat vliv teploty a vlhkosti na množství oleje v semenech, tak dojdeme k tomu, že největší vliv na množství oleje má teplota. Zvýšení denní teploty vzduchu např. z 10 na 26,5 °C vedlo ke snížení olejnatosti a zvýšení obsahu bílkovin (Baranyk a kol., 2007). Na olejnatosti se může také negativně projevit pozdní setí.

Důležitým faktorem pro správnou kvalitu semen je také správný obsah živin v půdě, a pokud nejsou živiny v půdě, je nezbytné jejich nedostatek doplňovat dle potřeb dané plodiny. Pro správný růst řepky jsou důležité živiny jako dusík, fosfor, draslík a síra. Dusík napomáhá ke správnému růstu listů a vývoji rostlin. Fosfor rostlina potřebuje pro vývoj kořene a vývoj květů. Draslík se používá především ke zvýšení odolnosti rostliny vůči stresu a k tvorbě semen. Na kvalitu semen má ale největší význam síra, které když není dostatek, tak mají semena menší obsah oleje. Z tohoto důvodu je nutné síru ve správném množství do půdy dodávat. Pro aplikování daného množství živin je nutné provést rozbory půdy a poradit se s odborníkem na hnojení, jakou dávku živin aplikovat. V neposlední řadě záleží, po jaké předplodině byla řepka zasetá. Jako vhodné předplodiny jsou známy jeteloviny na senáž, ozimé i jarní směsky a jeteloviny na semínko. Na základě vytvořených zásad vycházejících částečně z tohoto odstavce vytvořil Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky v Praze a Bratislavě čtyři zóny vhodnosti pěstování řepky ozimé.

Zóny vhodnosti:

- I. zóna vhodnosti (velmi vhodná, zahrnuje výrobní podtypy bramborářsko-pšeničný a bramborářsko-ječný).
- II. zóna vhodnosti (vhodná, zahrnuje výrobní podtypy řepařsko-ječný a řepařsko-pšeničný).
- III. zóna vhodnosti (méně vhodná, tvoří výrobní podtypy bramborářsko-žitný, kukuřično-ječný, kukuřično-pšeničný).
- IV. zóna vhodnosti (méně vhodná až nevhodná, tvoří výrobní podtypy kukuřično-žitný, bramborářsko-ovesný a výrobní typ horského hospodářství (Baranyk a kol., 2007)).

3.5 Požadavky pro pěstování řepky olejné

Pro pěstování řepky ozimé je zapotřebí zasít řepku do půdy, kde se jí bude dařit a bude mít kvalitní podmínky pro svůj růst a vývoj. Dále je nutné řepce zajistit dostatečný přísun vody, i když v tomto ohledu závisí dostatek vláhy především na přírodě.

3.5.1 Půda a počasí

Řepka vyžaduje hluboce provzdušněné půdy s vysokou půdní kapacitou a kvalitní strukturou. Ty zajišťují řepce dobrý přísun vláhy a živin (Baranyk a kol., 2010). Vhodné jsou především půdy hlinité, hlinitopísčité a půdy lehké až střední s nadmořskou výškou od 400 do 600 m (Bečka a kol., 2007). Proto mezi nejvhodnější oblasti pěstování řepky patří oblast bramborářská a řepařská. Naopak oblasti dlouhodobě zamokřené, půdy s velkým pokryvem posklizňových zbytků a půdy s velkou hrudovitostí jsou nejméně vhodné pro pěstování řepky olejné. U půd s nižší půdní úrodností je podmínkou zlepšení poměru vody a vzduchu v půdě, úprava půdní reakce a zlepšení půdní struktury organickým substrátem (Baranyk a kol., 2007). Při pokrytí půdy posklizňovými zbytky či špatným zapravením posklizňových zbytků, dochází při setí k uložení osiva mezi rozkládající se zbytky rostlin a semeno nemá možnost zakořenit. U půd s velkou hrudovitostí je obtížné dosáhnout přesného uložení osiva do půdy a často se stává, že řepka vzchází nerovnoměrně či vůbec. Dalším významným problémem jsou často zhutnělé souvratě po přejezdech strojů, které je nutné před zasetím prokypřit. Na těžkých půdách se řepka pěstuje velmi omezeně, z důvodu obtížně zpracovatelné půdy a nedostatku vláhy při zakládání porostů.

Z hlediska klimatických podmínek vyžaduje řepka dostatečný příjem vláhy především v období po zasetí a vhodný průběh počasí přes zimní období. Ideální roční úhrn srážek by se měl pohybovat v rozmezí 550–750 mm a průměrné roční teploty okolo 6,5–8,5 °C. Ideální přísun vláhy v době po zasetí (konec srpna až listopad) je mezi 200–210 mm (Bečka a kol., 2007). Přičemž srážky po zasetí by měly tvořit 30 % přísunu vláhy na podzim. Do příchodu zimy musí rostliny vytvořit silný kořenový systém a ideálně mít okolo 8 pravých listů, aby dokázaly přezimovat. Nesmí ale dojít k nadměrnému růstu rostlin, a tudíž opoždění rychlosti růstu na jaře. Při přezimování je optimální úhrn srážek 110 mm a v případě sněhové pokrývky může být úhrn až 150 mm. V takovém případě je vhodné na rostliny aplikovat regulátor růstu před zimou. V období jarní vegetace se srážky ideálně pohybují okolo 100 mm a v období květu od 20 do 80 mm (Baranyk a kol., 2010).

3.5.2 Zařazení v osevním postupu

Správně zvoleným a vytvořeným osevním postupem vytvoříme základní podmínky pro kvalitní růst a ekonomický zisk. Správným osevním postupem zajistíme kvalitní růst plodiny, jelikož vhodná předplodina vytvoří řepce kvalitní půdní podmínky. Díky osevnímu postupu můžeme také zabránit zvýšenému růstu výdrolu a plevelů, které by při jiné předplodině mohly řepce konkurovat. Eliminací růstu plevelů nebudeme muset na pozemek aplikovat takové množství chemické ochrany a přinese nám to nemalou ušetřenou finanční částku.

V dnešní době se jako předplodiny pro řepku využívají převážně obiloviny nebo je možné využít např. jetel nachový na semínko, jílek vytrvalý na semínko apod. Vždy to ale musí být plodina s brzkým sklizňovým termínem, aby bylo možné půdu pod řepku připravit a následně řepku zasít. Vhodnou předplodinou je tedy např. ječmen ozimý, pšenice setá atd. U pšenice seté se doporučuje používat rané formy pšenice, především ve vyšších nadmořských výškách, kde by se u středně pozdních až pozdních odrůd pšenice nemusela stihnout sklizeň s následným výsevem řepky. Pokud je zvolena jako předplodina obilnina, je třeba mít na paměti její termín sklizně a nutnost eliminovat zbylý výdrol na poli. V případě, že se vysemení a vzejde předchozí plodina, může dojít ke zvýšení konkurenceschopnosti rostlin a řepka je obilninou potlačena. Potlačit výdrol obilnin je možné třemi způsoby, a to: přiměním výdrolu k vyklíčení, zaklopením větší části výdrolu, anebo mechanickým rozptýlením. Každá metoda nese své výhody i nevýhody a záleží už jen na vlivu počasí a rozhodnutí agronoma, jaký způsob potlačení výdrolu zvolí (Baranyak a kol., 2007). U jetelotravních předplodin takové problémy nejsou. Jeteloviny jsou především výborným zdrojem dusíku, na který řepka výborně reaguje. Jediným problémem je, že se po jetelovinách často zaplevelí pozemek a je zapotřebí aplikovat účinný herbicid jako např. Roundup či Touchdown.

3.5.3 Typ odrůdy

Vývoj a postupné šlechtění řepky začalo v 50. letech 20. století, kdy bylo řepkou oseto jen několik hektarů orné půdy. Od té doby se hodně věcí změnilo a řepka prodělala velký pokrok ve svém šlechtění. Postupný vývoj ve šlechtění řepky si můžeme prohlédnout v tabulce 2. Šlechtěním řepky se snaží šlechtitelé vyvinout odrůdu, která by byla dle svých agronomických vlastností ta nejlepší. Takovéto vyšlechtěné odrůdě se poté říká ideotyp řepky. Dříve to v tomto ohledu bylo jednodušší, jelikož existoval jeden ideotyp, který využívali všichni. V dnešní době je ideotypů více a jsou vyvinuty vždy pro daný region podobných vlastností půdy, počasí atd.

Tabulka 2 Významné mezníky při šlechtění řepky (Baranyk a kol., 2007)

Období	Charakteristika odrůd	Využití
Do roku 1975	„EG“ odrůdy s nevyhovující kvalitou – vysoký obsah kyseliny erukové v oleji a glukosinolátů ve šrotu	malé možnosti využití, olej hlavně pro technické účely
1975–1985	„0“ odrůdy se sníženým obsahem KE (do 5 %), ale vysokým obsahem GSL	rozšíření pro potravinářské využití, prakticky bez krmivářského uplatnění, zvýšení osevních ploch
1985 až současnost	„00“ odrůdy s minimálním obsahem KE a nízkým obsahem GSL	bezproblémové potravinářské využití, přidávání šrotů a výlisků do krmných směsí
Od roku 1995	rozšíření hybridních odrůd	uplatnění heterozního efektu v podobě vyšších výnosů, obecně lepší odolnost rostlin proti stresům
Od roku 2000	výkonné liniové odrůdy s velmi nízkým obsahem GSL	nárůst osevních ploch, šlechtění odrůd se „speciálním složením“ olejů

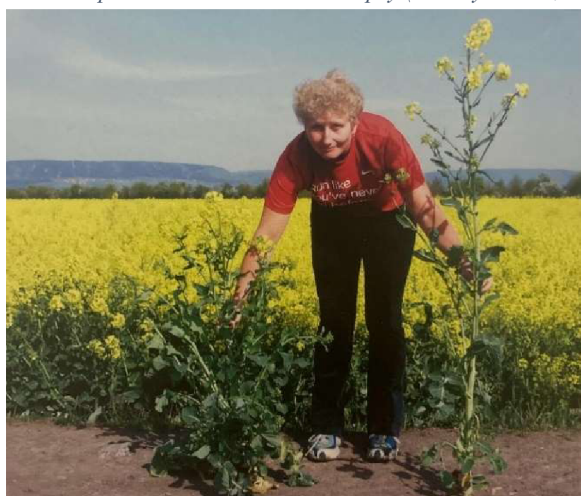
Šlechtitelé se vždy zaměřují na konkrétní vlastnosti řepky a ty se snaží zlepšit. Díky tomu můžeme šlechtění rozdělit do tří skupin podle směru šlechtění:

- zlepšení hospodářských vlastností,
- zlepšení kvality oleje a šrotu,
- využití biotechnologií (Baranyk a kol., 2007).

Šlechtění za účelem zlepšení hospodářských vlastností je primárně zaměřeno na zvýšení výnosového potenciálu rostliny. Nyní je možné šlechtit hybridní a liniové odrůdy. Šlechtění hybridních odrůd je z hlediska výnosového potenciálu lepší z důvodu 5–10% nárůstu výnosu oproti liniovým odrůdám. Naopak nevýhodou je výrobní náročnost hybridních odrůd.

U liniových odrůd je nižší cena osiva, není tak vysoká výrobní náročnost a v dnešní době se již i výnosový potenciál dokáže vyrovnat hybridním odrůdám. Dalším zaměřením šlechtění za účelem zlepšení hospodářských vlastností může být šlechtění za účelem zvýšení oleje v semenech. Poté lze dosáhnout až 50 % oleje v semenech místo 43 až 48 %. Poté je důležité se rozhodnout, zdali dražší osivo s předpokládaným vyšším obsahem oleje v semenech zhodnotí ekonomický výnos plodiny. Na zvýšení výnosnosti má také dopad vyšlechtění tzv. trpasličích odrůd, které mají kratší stonky a jsou méně náchylnější k polehání (viz obrázek 3). Dalšími příklady mohou být vyšlechtěné odrůdy s nižší pukavostí šesulí při sklizni.

Obrázek 3 Trpasličí a klasická odrůda řepky (Baranyk a kol., 2010)



Zlepšování kvality oleje je možné především díky změnám v obsahu mastných kyselin. To znamená, že šlechtitelé mění dané genové složení rostliny, aby dosáhli požadovaného složení oleje jako např. zvýšení kyseliny olejové na 80 %, snížení kyseliny linolenové pod 3 % apod. (Baranyk a kol., 2007). To vše se dělá z důvodu více účelného využití řepky. Řepkový olej se používá v gastronomii jako zálivka do salátů, v oleochemii pro mazání pohyblivých součástí strojů nebo pro výrobu bionafty. Proto je nutné měnit genové složení a vytvářet odrůdy, které plně odpovídají daným odvětvím. Zlepšení kvality šrotů dosáhneme především snížením obsahu glukosinolátů, které jsou ve šrotu nechtěnou látkou. Vysoký obsah glukosinolátů je škodlivý pro organismus konzumentů. Extrahovaný šrot je pro zvířata výhodný především vysokým obsahem proteinů, a to až 20–25 % v semeni.

Biotechnologické metody se používají hlavně pro šlechtění odrůd, kterých by bylo jen těžko možné dosáhnout klasickou cestou. Geneticky modifikované odrůdy jsou vyvíjeny především v Kanadě, USA, Číně a Jižní Americe (Baranyk a kol., 2007).

3.5.4 Přezimování řepky

Řepka ozimá má jako ostatní ozimé plodiny tu nevýhodu, že musí být kvalitně připravena před zimou na příchod mrazů a pokrývky sněhu. Sněhová pokrývka s sebou přináší pozitivní přínos pro rostliny. V případě, že nastanou velké mrazy, tvoří sněhová pokrývka izolační vrstvu rostlinám a chrání je před nízkými teplotami. Agronom musí řepku včas zasít a správně ošetřovat, aby byla řepka schopna správně přezimovat a na jaře co nejrychleji nastartovala jarní růst. Přípravu plodiny na zimu musí agronom zvládnout již na podzim, jelikož v zimě už nemá způsoby, jak rostlinu před mrazy a sněhem ochránit. Největším nebezpečím nejsou však trvalé mrazy v průběhu zimy, ale nepříznivé podmínky na přechodu podzimu a zimy a poté přechod ze zimy do jara. Každá ozimá rostlina má svou mrazovou odolnost, která se v průběhu zimy mění. V případě stálých mírných mrazů si rostlina drží svou stabilitu na stejné úrovni a není vystavena stresu. V období, kdy se ale počasí často mění, rostlina ztrácí svou mrazuvzdornost a je náchylnější na nečekané holomrazy. Při dlouhodobém ležení sněhové pokrývky na rostlinách může vznikat tzv. vyležení porostů pod sněhem. Toto způsobuje, že se rostlině přes vrstvu sněhu špatně dýchá, a proto spotřebovává rezervní látky. Rezervní látky nemohou být doplňovány z důvodu nesprávně fungující fotosyntézy, a tudíž u rostliny dochází k vyčerpání (Baranyk a kol., 2010).

Rostliny, které správně přezimovaly, mají nepoškozené kořeny a kořenové krčky, listy by měly být jen lehce omrzlé a vrcholy těž. Jen takové rostliny jsou schopné bez velké energetické náročnosti přejít do prodlužovacího růstu. Vždy je ale těžké zvolit správný termín setí, jelikož každý rok jsou klimatické podmínky odlišné. Jeden rok jsou porosty nedovyvinuté před zimou a zimu díky příznivým klimatickým vlivům zvládnou dobře, naopak v jiném roce můžou být porosty na zimu skvěle připraveny, ale na jaře jim sebere hodně energie přechod do prodlužovacího růstu. Správně vyvinutý porost řepky si můžeme prohlédnout na obrázku 4.

Obrázek 4 Kvalitní porost řepky (Fiala a kol., 2017)



Na jaře při tání sněhové pokrývky může u rostlin docházet ke stresu vymokáním. Jedná se o případ, kdy začíná odtávat sněhová pokrývky a voda z polí nemá kam odtékat. Díky tomu jsou rostliny zasyceny vodou, začínají žloutnout listy, odumírat rostliny, a nakonec odumře i kořen rostliny. Vše ale závisí na teplotě, světle, délce trvání stání vody na poli a samozřejmě na schopnosti půdy přijímat vodu. Na přelomu zimy a jara také často dochází ke střídání teplot, což má za následek vertikální pohyb půdy. Vertikální pohyb půdy je pro rostliny špatný z důvodu vytažení citlivých částí rostliny z půdy, při kterém může dojít k jejich odumření.

V případě, že jsou porosty po zimě značně poškozené, je zapotřebí, aby agronom rozhodl včas o dalším průběhu pěstování plodiny a případně nechal plodinu zaorat. Kontrola porostů se provádí podle počtu jednotlivých rostlin na 1 m². K těmto kontrolám nám slouží tabulka 3, kterou si můžeme prohlédnout níže. Řídíme se tedy především počtem rostlin na 1 m², ale pro posouzení porostu vycházíme ještě z těchto kritérií: síla kořenového krčku, počet listů na rostlině a celkový zdravotní stav. Tato kritéria zohledňujeme z důvodu, že i řídkší porost s rovnoměrným rozmístěním rostlin na pozemku může přinést kvalitní úrodu (Baranyk a kol., 2007). Rostliny mají více prostoru pro vývoj více větví, tudíž je na rostlině více šesulí a větší hmotnost tisíce semen.

Tabulka 3 Klasifikace porostu řepky (Baranyk a kol., 2007)

Klasifikace porostu	Počet zjištěných rostlin		Předpoklad výnosu (t·ha ⁻¹)
	Hybridní odrůda	Liniová odrůda	
Hustý	>45	>65	2,5–4,0
Optimální	30–40	40–60	3,0–4,0
Průměrný	20	35	3,0
Minimální	15	20	2,0–2,5
Kritický	5	10	1,0–1,5

3.6 Agrotechnika pěstování řepky ozimé

Základem kvalitní sklizně je přesný a kvalitní výsev. Proto je třeba dodržovat agrotechnické zásady, které nám zajistí možnost vysokých výnosů a kvalitu sklizených semen, které poté budeme moci finančně zpeněžit a přinesou nám příjmy do podniku.

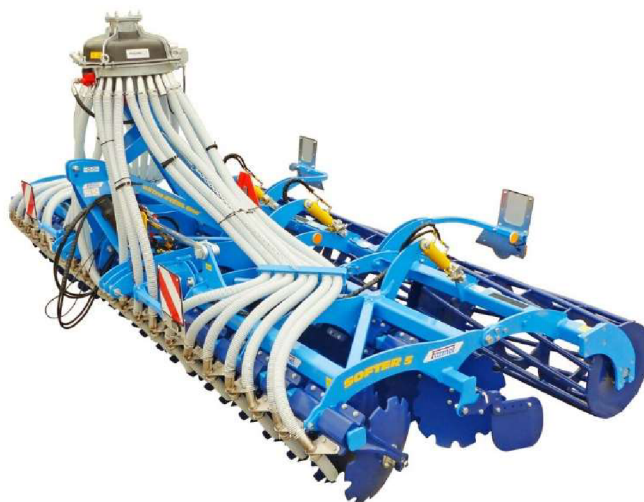
3.6.1 Hnojení

Řepka se řadí mezi velmi náročné plodiny na živiny. Na druhou stranu je velice vhodnou předplodinou, jelikož obohacuje půdu o organickou hmotu. Pro správné pěstování řepky ozimé musíme zajistit požadovaný obsah živin v půdě, a pokud tomu tak není, je zapotřebí půdu živinami obohatit (Baranyk a kol., 2007). Tudíž je nutné věnovat obsahu živin pozornost a dbát na agrotechnické termíny při aplikování hnojiv. Rostlina má vždy jen krátkou dobu, kdy dokáže přijímat živiny pro svůj růst a vývoj (Černý a kol., 2018). Hnojení můžeme rozdělit na hnojení před setím, hnojení během vegetace a poté na hnojení organickými nebo minerálními hnojivy.

Hnojení před setím je základním druhem hnojení a ve většině případů se provádí použitím organických hnojiv, i když v některých případech je možnost použít i hnojiva minerální. Je na ně kladený veliký důraz, jelikož při správném zapravení organických hnojiv do půdy získáme veliký přísun organického hnojiva a sníží se nám spotřeba drahých minerálních hnojiv. Mezi nejkvalitnější statková hnojiva patří vyzrálý chlévský hnůj. Chlévský hnůj se aplikuje na strniště předplodiny pomocí taženého rozmetadla organických hnojiv o dávce 20–30 t·ha⁻¹. Chlévský hnůj je zapotřebí co nejrychleji zapravit do půdy, aby nedocházelo k úniku živin. Legislativa vyžaduje zapravení do 48 hodin, ale k úniku dochází už od třech hodin po aplikování. Únik je nejvíce znát v letních obdobích, kdy jsou vysoké teploty vzduchu. Chlévský hnůj se zapravuje s rostlinnými zbytky na povrchu do země pomocí pluhu, který půdu kvalitně zaklopí a dojde k překlopení skývy. Chlévský hnůj by měl být aplikován minimálně tři týdny před setím, aby se obnovila půdní kapilarita. Mezi další organická hnojiva patří kejda, digestát a močůvka. Tato hnojiva mohou být aplikována před setím nebo je možné je aplikovat během růstu plodiny (Černý a kol., 2018). Řepka ozimá na kejdu velice dobře reaguje, a proto je dnes velice hojně využívána. Kejdu je možné aplikovat na povrch půdy a následně zapravovat do půdy, anebo použít přímý aplikátor kejdy, který ji v jednom přejezdu aplikuje i zapravuje pod povrch. Přímý aplikátor kejdy je finančně nákladný, ale vynaložené peníze se nám několikrát vrátí v úsporách za pohonné hmoty, další náklady za použití stroje na zapravení a samozřejmě při získání maximálního přínosu živin do půdy. Při nevhodném zapravení nám totiž kvůli úniku živin do ovzduší unikají také finance, které jsme mohly získat díky lepšímu výnosu či vyšší kvalitě semen. Dávka kejdy by před setím neměla překročit 40 t·ha⁻¹ a dávka by se vždy měla stanovit podle měření obsahu živin v půdě a dle obsahu sušiny v kejdě (Bečka a kol., 2007).

Na obrázku 5 si můžeme prohlédnout přímý aplikátor kejdy do půdy. Jedná se o diskový aplikátor firmy Farmet.

Obrázek 5 Diskový aplikátor kejdy (Farmet, 2021)



Přihnojování během vývoje rostlin je vhodné už na podzim v polovině října dle stavu rostlin. Přihnojení řepky na podzim by se mělo pohybovat v dávkách 30–40 kg dusíku s ohledem na nitrátovou směrnici, v závislosti na hnojení dusíkem před setím. Dusík je třeba aplikovat včas, aby nedošlo k aplikaci v krajních termínech a rostlina už poté neměla čas se dostatečně připravit na zimu. Pak může dojít k přerostlému porostu, který je potom náchylný na vyzimování. Jarní hnojení během vegetace začíná nejdříve koncem února a začátkem března. Je možné použít hnojiva organická nebo minerální. Minerálními hnojivy je třeba doplnit rozdíl dusíku mezi potřebou rostliny a množstvím, které poskytuje půda. To v praxi znamená, že v případě hnojení 20 t kejdou od skotu by se mělo asi 18 kg dusíku odečíst. Rostliny po zimě potřebují dostatek dusíku a síry do doby, kdy ho mohou přijímat, a to má veliký vliv na výnos rostliny. Proto je nutné v této době hnojit zásadně hnojivy, která jsou pohyblivá v půdě a kořeny mohou čerpat živiny, které následně putují rostlinou ke stonku a listům. U dusíku je to především nitrátová a močovinná forma, která je dobře pohyblivá v půdě. U nitrátové formy musíme myslet na to, že v případě příchodu intenzivních srážek může dojít k vyplavení dusíku z půdy (Růžek a kol., 2020). Dávky je vhodné určovat dle stavu porostu, odběrů vzorků z půdy a typologie půdy, na jaké je řepka pěstována. U první dávky na jaře se jedná o regenerační přihnojení pro kořenový systém. Tato dávka by měla být vysoká, aby rostlina nebyla nedoživována a nenastala nechtěná redukce šesulí. Pro regenerační hnojení je velice vhodné minerální hnojivo ledek vápenatý. Po první dávce je vhodné nechat rostlinu 14 dní v klidu.

Následně aplikujeme druhou dávku, u které je vhodné použití kapalného hnojiva. U první dávky kapalné hnojivo neaplikujeme z důvodu možnosti spálení rostliny. Následuje tzv. dávka ve fázi dlouhivého růstu. Optimálním obdobím pro aplikaci této dávky je začátek dubna. Tuto aplikaci je přínosné spojit s aplikací insekticidu při výskytu škůdců. U postřikovače dojde k jedné jízdě po pozemku a nemusíme na pozemek vjíždět dvakrát, poprvé s dusíkatým hnojivem a podruhé s insekticidem proti škůdcům. Následuje poslední dávka dusíku, tzv. dávka žlutých poupat. Ve většině případů se používá přípravek DAM jako u předchozí dávky. Je nutné ale dbát na to, aby nedošlo k příliš vysoké dávce a nebyl negativně ovlivněn průběh dozrávání. Hnojení sírou je možné před setím, při podzimním hnojení a při jarním přihnojení. Řepka je na nedostatek síry náchylná, proto je třeba dbát na její množství v půdě. Pokud byla síra aplikována před setím, není už většinou nutné ji aplikovat ještě na podzim. Při jarním přihnojení je dobré spojit aplikaci síry s dusíkem. Vždy je ale potřeba dobře znát své pozemky, druh půdy a podle toho rozhodnout, která varianta je vhodnější (Baranyk a kol., 2007).

Aplikaci minerálních hnojiv provádíme především rozmetadly minerálních hnojiv, která jsou ve většině případů nesená. Je možné u nich nastavit rozhoz podle kolejových řádků na poli. Tato rozmetadla jsou vybavena také krajovým rozmetáním, aby nedocházelo k rozhozu hnojiva mimo pozemek. Nesené rozmetadlo minerálních hnojiv můžeme vidět na obrázku 6. Pro aplikování organických hnojiv, především kejdy a digestátu, se používají samochodné nebo tažené fekální cisterny, které mají hadicový aplikátor a aplikují hnojivo mezi řádky jednotlivých rostlin. U těchto aplikátorů je důležité dbát na tloušťku kol a záběr hadicového aplikátoru, aby nedocházelo k přejezdu a poléhání rostlin, a tudíž k nechtěným ztrátám.

Obrázek 6 Rozmetadlo minerálních hnojiv (Jedlička, 2022)



3.6.2 Příprava půdy

Před konečnou přípravou je nutné správně zvolit technologii po předplodině. Zvolením a kvalitním vykonáním vhodné technologie zapravení posklizňových zbytků si můžeme ušetřit spoustu nákladů spojených s rozmnožením škůdců, plevelů atd. První technologií po předplodině je tedy vždy zapravení posklizňových zbytků. Ty by měly být rovnoměrně rozmístěny po pozemku, aby nedocházelo k jejich nahromadění na jednom místě, protože pak je obtížné je zapravit do půdy. Nezapravené posklizňové zbytky jsou překážkou setí a vzcházení rostlin, jelikož při zasetí semene do posklizňových zbytků nemá semeno dostatek vláhy, živin a usychá. Podmítka se proto provádí co nejdříve po sklizni předplodiny, aby se zabránilo vypařování vody. Podmítka se provádí do hloubky 5–6 cm. Pro následnou přípravu půdy můžeme využít dvě typově odlišné technologie. Lze použít technologii s orbou anebo bezorebnou technologii zpracování půdy. Každá technologie představuje určité výhody a nevýhody v daných oblastech, v různých strukturách půdy a podnebí. Také volba vhodné technologie záleží na typologii hnojení, jestli používáme hnojiva tuhá, kapalná atd.

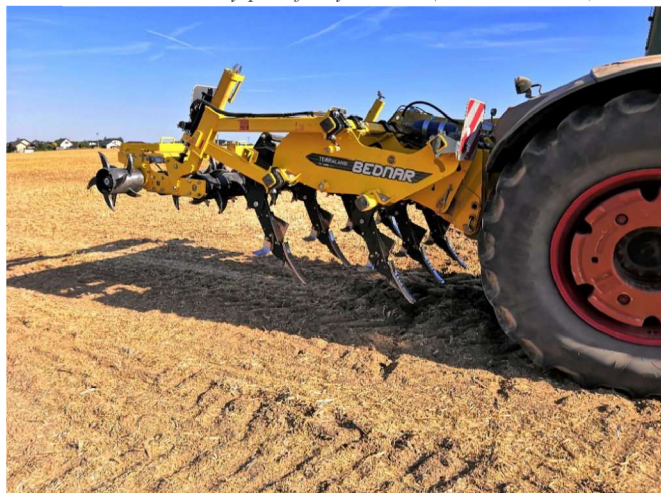
Technologie s orbou představuje jistotu založení porostu a je schopna do určité míry eliminovat chyby vzniklé v minulých agrotechnických postupech. Hloubka orby by se měla pohybovat mezi 18–24 cm. Orbou docílíme kvalitního zapravení posklizňových zbytků a lepšího vzcházení semen. Nevýhodou orby jsou vysoké náklady na palivo a časovou náročnost. V dnešní době proto existují oboustranné pluhy s výkonností až 30 ha denně, což umožňuje větším podnikům včas stihnout agrotechnické lhůty (Baranyk a kol., 2007). Dalším problémem orby je, že při příchodu silných dešťů dochází ke smyvu ornice, a proto nejsou splněny požadavky půdoochranné technologie. Po orbě následuje předseťová příprava půdy, kterou je možné provádět řadou univerzálních kypřičů. Nejvhodnějším je kombinovaný kypřič s postupně montovanými částmi, které mají každá jinou funkci. První částí bývá smyk k částečnému urovnání povrchu. Následují radličky pro rozdrobení velkých hrud a provzdušnění ornice ve svrchním profilu. Radličky jsou střídavě uspořádány v řadách. Po radličkách následuje druhý smyk, který povrch urovná, a jako poslední jsou umístěny cross-kill válce. Cross-kill válce svým tvarem nadhodí část orniční vrstvy, která následně dopadá na povrch, a tak je zkyprěna vrchní část ornice. Takto by mohl vypadat předseťový kompaktor. V jednotlivých podnicích je možné individuální složení částí podle přání zákazníka. Kompaktor firmy Farnet je na obrázku 7 na další stránce.

Obrázek 7 Kompaktor firmy Farmet (Mytyska a kol., 2020)



Druhou možností je použití bezorebné technologie. V těchto technologiích se využívají dlátové pluhů či hloubkové kypřiče. Dříve se také používalo mělké zpracování půdy, které bylo nevhodné z důvodu přenosu reziduí předplodiny do kořenů řepky. Proto se tato metoda přestala používat (Baranyk a kol., 2007). Hloubkové kypřiče pracují v pásech v daných rozstupech dle požadavků podniku. Pracují do hloubky až 35 cm, a proto jsou velice náročné na tahovou sílu traktoru. U dlátových pluhů je možné prokypření až do 65 cm. Prokypření ornice do hloubky 35 cm je velice vhodné pro následný výsev řepky, jelikož řepka má dlouhý kulovitý kořen a ten může bez námahy prorůst do hloubky a využívat vodu ze spodních pater půdního horizontu. Při prokypření půdního horizontu je ideální použít zásobník na granulované hnojivo a současně s kypřením aplikovat hnojivo do půdy. Následně se do těchto prokypřených pásů vyseje řepka, která vzchází na kvalitně zpracované půdě. Po této operaci by měla být půda připravena k setí, kdy lehké nerovnosti upraví secí stroj s pasivním nářadím. Dlátový pluh je na obrázku 8.

Obrázek 8 Dlátový pluh firmy Bednar (Neduchal, 2020)



3.6.3 Setí

U setí můžeme použít dvě metody založení porostu. Je to metoda plošného setí nebo metoda přesného setí. Metoda přesného setí je širokořádkové setí v pásech. Každá metoda představuje své přínosy i nevhodná řešení a vždy záleží na schopnostech agronoma, kterou metodu vyzkouší a v případě osvědčení bude nadále používat a rozvíjet. Setí by se mělo stihnout do konce srpna, v lepším případě do poloviny srpna.

První metodou je metoda přesného setí. Princip spočívá v širokořádkovém setí v pásech. Přesné setí se vyznačuje tím, že se vysévá přesný počet jedinců na hektar. U řepky to bývá 300 000 až 450 000 jedinců/hektar, spíše se nacházíme u horní hranice rozpětí (Šedek, 2022). Rozteč řádků se pohybuje mezi 30–50 cm. Vhodná rozteč se zvolí podle vyhovujících podmínek podniku. U přesného setí se z důvodu velké rozteče sousedních řádků během vývoje rostlin používají plečky. Ty zabraňují růstu plevelů a narušují půdní kapilaritu. U přesného secího stroje je možné vypínat každou secí botku zvlášť, a proto nejsou přesévána semena rostlin. Tím pádem nedochází ke konkurenci rostlin na malém prostoru a každá z nich má dostatek místa pro svůj růst. Nad každou secí botkou je co nejbližší umístěn zásobník na osivo, aby semenovod byl co nejkratší a semeno mělo krátkou cestu k secí botce. Při splnění těchto podmínek dochází k přesnému uložení osiva do půdy. V dnešní době existují přesné secí stroje s centrálním zásobníkem. Přesné secí stroje mají různé záběry např. osmiřádkový nebo dvanáctiřádkový. Osmiřádkový secí stroj máme na obrázku 9.

Obrázek 9 Přesný secí stroj firmy Horsch (Jedlička, 2020)



Druhou metodou je metoda plošného setí. Tato metoda se uplatňuje především po orbě a předseťové přípravě kompaktoř. Optimální výsevek se u nás uvádí 3–5 kg·ha⁻¹. Pro výsev u plošného setí se používá rozteč řádků 12,5 cm nebo 16,7 cm. Je ale možné na přání zákazníka rozteč řádků upravit. Secí stroj je složen ze zásobníku na osivo a hnojivo, výsevního ústrojí (většinou válečkového), ventilátoru, směšovací hlavy, semenovodů a secích botek se zavlačovači. Secí stroj je také vybaven elektrickými ventily, které dokáží uzavřít semenovod a vytvořit tak kolejové řádky pro postřikovač. U plošného secího stroje dochází k přesívání z důvodu širokého záběru stroje a nemožnosti vypínání jednotlivých secích botek. Z tohoto důvodu se vyrábí stroje se dvěma směšovacími hlavicemi, které vypínají polovinu záběru stroje.

3.6.4 Chemická ochrana

V dnešní době je chemická ochrana nejvíce používanou metodou proti škůdcům a plevelům, i když se začínají využívat plečky k mechanickému hubení plevelů.

Prvním nepřítelem dobrého porostu jsou plevele, které při opožděném či žádném použití herbicidů konkurují řepce a berou jí potřebné živiny a vodu. Ochranu proti plevelům můžeme zahájit už během přípravy půdy, díky kvalitně provedené orbě či podmítce. Pokud se plevele objeví po zasetí, je potřeba co nejdříve zasáhnout vhodným postřikem, aby nedošlo k potlačení růstu řepky. Nejrozšířenější jsou heřmánkové plevele a svízel přítula, na které je aplikace orientována. Dalšími plevele může být penízek rolní, kokoška pastuší tobolka atd. Aplikaci přípravky se dají aplikovat preemergentně neboli před vzejitím nebo postemergentně neboli po vzejití. Vždy záleží na rozhodnutí agronoma, jakou cestu si z důvodu vývoje porostu, po předchozí přípravě půdy a dle cen herbicidů, zvolí. Kolikrát ale jedna aplikace nestačí a je nutné aplikovat další postemergentní postřik. Není vhodné nechávat aplikaci až na jaro, neboť by došlo k silné konkurenci řepky a úbytku biomasy řepky. Jarní aplikace herbicidů je vhodná pouze jako doplňková aplikace na chrpu, pcháč, mléč apod. (Vaňková, 2015).

Dalším nepřítelem řepky jsou škůdci, kteří způsobí největší škody na generativních orgánech a plodech. Mezi škůdce patří plži, dřepčící, krytonosec zelný a řepkový, blýskáček řepkový a během zimních období především hraboš polní. Je jich samozřejmě mnohem více, ale zmiňuji ty nejčastější. Plži se dříve vyskytovali na poli častěji a místa poničení porostu byla vidět. Plži nejčastěji poškozují rostliny v období vzcházení a prvních listů. Mezi známé plže, kteří způsobují škody na odrůdách řepky, patří slimáček polní a slimáček síťkovaný.

Pro správné rozhodnutí o aplikaci přípravku se uvádí práh škodlivosti 5 až 10 jedinců na 1 m². Dřepčící se vyskytují na podzim, kdy okusují děložní lístky nebo u listů vykusují malé dírky, takže rostliny postupně uhynou. Je nutné včas aplikovat insekticid, aby nedošlo k rozmnožení dřepčička a k velkým škodám na rostlinách. V zimě je největším nepřítelem hraboš polní, který okusuje listy a jeho denní potřeba je 3–5 g suché hmoty. Pro jejich likvidaci se před zimou aplikuje fosfid zinku nebo antikoagulant bromadionu. U blýskáčka řepkového dochází k poškozování květů, kdy brouci nalétnou na rostlinu a okusují květy rostliny, aby se dostali k pylu. Poškozená poupata postupně odpadnou a zůstává pouze stopka, z které se vytvoří nepravidelná šešule. U blýskáčka je práh škodlivosti 2–3 brouci na květenství (Vaňková, 2015).

V neposlední řadě jsou nepřítelem houbové choroby. Ty napadají rostlinu a poškozují asimilační plochu, což vede k usychání rostliny a následnému snížení výnosu. U řepky se můžeme setkat s fómovou suchou hnilobou, sklerotinovou hnilobou, plísní šedou, verticiliovým vadnutím a černí. Tyto houbové choroby je nutné sledovat a včas použít vhodný fungicid (Vaňková, 2015).

3.6.5 Regulátory dozrávání a desikace

Řepka je plodinou, která se vyznačuje nejednotností dozrávání semen v šešulích, takže zemědělci se jí snaží pomoci různými přípravky. K nejednotnosti dozrávání napomáhá průběh počasí, přívalové srážky a jiní činitelé, kteří ovlivní stav porostu, rychlost vzejití jednotlivých semen a aplikaci výživy rostlin. Důležité je tedy zvolení správného termínu sklizně, který bývá vždy kompromisem ke ztrátám vzniklým nedostatečnou nebo nadměrnou zralostí. K tomu, aby byly ztráty co nejnižší, existují přípravky, které k tomu napomáhají. Používají se buďto přípravky k regulaci dozrávání, což pomůže porostu dosáhnout zralosti v přibližně stejný okamžik, nebo se používají pravé desikanty, které ukončí růst porostu a porost je poté uschlý a připravený ke sklizni (Baranyk a kol., 2007). Regulátory dozrávání vytvoří na šešulích semipermeabilní membránu, která by se dala přirovnat k voskové vrstvičce. Ta šešuli chrání před nepříznivými vlivy a zpevňuje ji. Desikanty ukončí rostlině období růstu a rostlina pomalu usychá (dozrává). Desikanty se musí aplikovat v období, kdy jsou šešule zelenožluté až žluté, jelikož při aplikování desikantu v pozdější době by došlo při průjezdu postřikovače k výrazným ztrátám. Desikanty se aplikují 10–14 dní před sklizní. Záleží ale na typu desikantu, který se použije. V případě použití přípravku Reglone je doba použití 4–6 dní před sklizní (Baranyk a kol., 2007).

3.6.6 Sklizeň, posklizňová úprava a skladování

Na sklizeň je dbána velká pozornost, jedná se u ukončení celoročního snažení a každý si přeje, aby bylo dosaženo dobrých výnosů. Sklizeň řepky ozimé probíhá v našich podmínkách od poloviny července do začátku srpna, někdy i déle. Vždy záleží na průběhu počasí a na zralosti řepky ozimé. Začátek sklizně je třeba určit, ale není to vždy jednoduché, jelikož při předčasné sklizni nejsou zralá semena ve spodu rostliny a dochází k jejich ztrátám při výmlatu. Naopak při opožděné sklizni jsou již všechna semena zralá a šesule se lehce otevírají, a tudíž při příchodu deště, pohybu zvíře v porostu nebo vysokými otáčkami přiháněče sklízecí mlátičky dochází ke kvantitativním ztrátám. Zralá semena v šesuli by měla být tmavá a ve stejné barvě. Šesule musí být lehce lámavá, hnědé až šedé barvy. U podílu semen se zelenými dělohami se pohybujeme pod 5 % a vlhkost sklizených semen by neměla překročit 12 % (Baranyk a kol., 2007). Odborně se takovému stavu říká plná zralost.

Ke sklizni se používají sklízecí mlátičky s upraveným žacím stolem. Žací stůl musí být prodloužen z důvodu zabránění ztrát semen v žacím ústrojí, doporučuje se prodloužení přibližně o 600 mm. Dříve se vyráběly celoadaptérové nástavce na řepku, které tvořily dva řepkové děliče po stranách, spojené žací lištou. Toto řešení bylo velice zdoluhavé a nástavec na řepku musel být nasazen většinou v podniku a montáž zabrala dlouhou dobu. Nyní se pro sklizeň řepky používají moderní nástavce pro úpravu žacího válu. Žací vál je z boku poháněn hřídelem s kardanovým kloubem, který dále pokračuje na planetovou převodovku, která mění otáčivý pohyb na přímočarý. Díky hřídeli na boku lze žací vál jednoduše pomocí přímočarých hydromotorů vysunout a docílit tak jeho požadované délky. Následně se na boky žacího válu upevní aktivní děliče, které jsou většinou poháněny hydraulicky, a žací vál je přizpůsoben na sklizeň řepky. Toto řešení je jednoduché a rychlé. Pokud se aktivní děliče nepoužívají, upevní se na přívěsný vozík a obsluha je má vždy po ruce. Posečená hmota je dopravena šikmým dopravníkem do mláticího a separačního ústrojí. Jeho seřízení dnes probíhá velice jednoduše. Obsluha pouze zadá plodinu, kterou bude sklízet, a mlátička si všechny prvky nastaví sama. V dnešní době již existují sklízecí mlátičky, které jsou vybaveny čidly, která sledují průchod hmoty, kvalitu semen, množství nečistot, množství ztrát za sklízecí mlátičkou apod. a následně podle toho nastavují jednotlivá zařízení. Na výstupu ze sklízecí mlátičky se nachází drtič slámy a rozmetač plev. Tyto mechanismy je potřeba nastavit tak, aby rozdrčená sláma a plevy pokrývaly celý záběr stroje a vše bylo rovnoměrně rozmístěno po pozemku.

Na obrázku 10 je sklízecí mlátička vybavená adaptérem pro sklizeň řepky.

Obrázek 10 Sklízecí mlátička s řepkovým adaptérem (Claas, 2020)



Posklizňová úprava je poslední činností před uskladněním semene. Bezprostředně po sklizni je třeba snížit vlhkost semene pod 8 %. Vlhkost semen se upravuje pomocí sušáren. V případě sušení řepky a obilovin přichází v úvahu pouze teplovzdušná sušárna. Při sušení je třeba dbát na teplotu, která pokud bude nastavena příliš vysoko, může snížit kvalitu semen, což není v našem zájmu. Je tedy nutné před začátkem sušení znát vlhkost materiálu a dle toho nastavit teplotu sušení. V případě, že je vysoká vlhkost materiálu, je potřeba sušit médium na etapy. Pro příklad: K sušení materiálu o vlhkosti 12 % budeme dodávat vzduch o teplotě 45–50 °C (Bečka a kol., 2007). Další nutností u sklizeného zrna je úprava nežádoucích příměsí, které udržujeme pod 3 %. Pro čištění se běžně používají síťové třídičky, které se musí na olejniny upravit. U třídění se postupuje dle procentuálního poměru nežádoucích příměsí na vstupu k nežádoucím příměsím na výstupu. Tento poměr se pohybuje mezi 30–50 %.

Řepkové semeno se uskladňuje v silech nebo ve skladech, kam přichází s maximální vlhkostí 8 %. Ve skladech by mělo být semeno pravidelně provzdušňováno a je třeba zajistit dostatečnou kapacitu k uskladnění sklizně. To proto, kdyby bylo nutné se semeny manipulovat, aby bylo možné využít prázdné silo či sklad. Řepku je vhodné vždy uskladnit a prodávat ji až v době nejvyšší ceny, což může přinést podniku výrazný zisk. Vždy ale záleží na situaci na trhu a predikovaném růstu či poklesu cen komodity.

4 Metodika hodnocení průběhu pěstování řepky ozimé

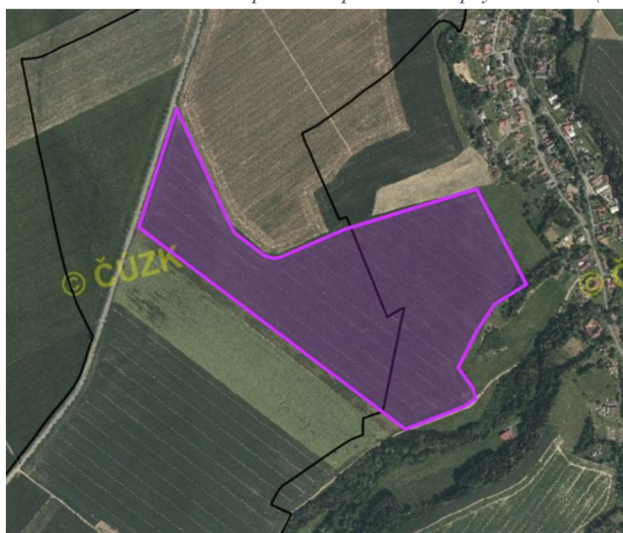
Pro porovnání dvou technologií pěstování řepky ozimé byly založeny dva polní pokusy v Zemědělském družstvu Dolní Újezd u Litomyšle. Každý pokus byl připraven rozdílnou technologií, kdy na prvním pozemku byla řepka vyseta s roztečí na 50 cm a na druhém pozemku na rozteč 30,8 cm. První pokus se konal u obce Nová Ves u Litomyšle (1701/30) a druhý pokus byl měřen u obce Osík u Litomyšle (4304/21). Oblasti se nachází v nadmořské výšce 350 m. n. m. o průměrných ročních srážkách 736 mm a průměrné roční teplotě 6 °C. Dne 26. 4. 2023 jsme s vedoucím práce panem prof. Dr. Ing. Františkem Kumhálou a panem Ing. Janem Chybou PhD. měřili infiltraci vody do půdy a fyzikální vlastnosti půdy pomocí Kopeckého válečků. Měření proběhlo na pozemcích pěstování řepky s parcelním číslem 1701/30 (pěstování řepky na 50 cm) a na pozemku číslo 4304/21 (pěstování řepky na 30,8 cm). Na prvním pozemku s parcelním číslem 1701/30 byla jako předplodina pro řepku použita pšenice ozimá a na druhém pozemku s parcelním číslem 4304/21 byl předplodinou ječmen jarní.

4.1 Metoda pěstování řepky na 50 cm

4.1.1 Lokalita pozemku

Pozemek s pěstovanou řepkou na 50 cm leží nedaleko obce Nová Ves u Litomyšle. Obec se nachází 4,5 km od Litomyšle ve směru na Políčku. Pozemek se nachází na rovině mezi dalšími pozemky, tudíž nedochází k zastínění částí pozemku stromy. Přesnou lokalitu pozemku si lze prohlédnout na obrázku 11.

Obrázek 11 Přesná lokalita pozemku pěstování řepky na 50 cm (LPIS)



4.1.2 Založení pokusu

Před založením pokusu byla realizována aplikace kejdy v dávce $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Aplikace byla provedena samojízdným aplikátorem kejdy Claas Xerion s cisternou Zuhammer a přímým zapravením kejdy pod povrch. Přímým zapravením kejdy nedojde k úniku dusíku do ovzduší a dusík je přípustný pro rostliny. Po aplikaci kejdy byla uskutečněna hloubková aplikace pomocí kypřiče Köckerling Vector do hloubky 25 cm. Poslední část předset'ové přípravy byla realizována 16. 8. 2022, kdy se provedlo kypření ve svrchní části půdního horizontu pomocí radličkového kypřiče. Ještě ten den se vysévala řepka pomocí přesného secího stroje Horsch Maestro 12.40. U secího stroje byla nastavena rozteč řádků na 50 cm a výsevek řepky byl $0,7 \text{ VJ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pro tento pokus byla vybrána odrůda řepky Clavier. Secí stroj Horsch Maestro 12.40 si lze prohlédnout na obrázku 12 (Jedlička, 2023).

Obrázek 12 Secí stroj Horsch Maestro 12.40 (Jedlička, 2023)



Charakteristika odrůdy Clavier

Odrůda Clavier je středně raný hybrid řepky, který disponuje velmi rychlým počátečním vývojem. Odrůda je vhodná do úzkých osevních postupů s vyšším podílem řepky. Rostlina má dobré mrazuvzdorné podmínky, které rostlinu chrání i při nečekaných pozdních jarních mrazících. Jarní nástup vegetace probíhá obvykle později než u ostatních odrůd, což napomáhá překlenout období střídání mrazů a teplého počasí. Rostliny dosahují výšky 153 cm s velkým počtem větví. Rostlina má dobrou odolnost vůči poléhání a pukání šesulí, tudíž nedochází k nadměrným ztrátám semene před sklizní (Štěpánek, 2020).

4.1.3 Výživa a hnojení

Pro zabránění výskytu plevelů, škůdců a houbových chorob byly na rostliny aplikovány přípravky se selektivními účinky. Dne 29. 8. 2022 byl aplikován mix postřiků pro eliminaci plevelů a výdrolu v porostu řepky. Byl aplikován přípravek Decis Forte a Agil 100 EC. Tyto přípravky byly aplikovány postemergentně pomocí samojízdného postřikovače Amazone Pantera 4504 se záběrem 36 m a objemem nádrže 4500 litrů. Samojízdný postřikovač využíval kolejové řádky, které slouží k zabránění zbytečných přejezdů po rostlinách. Rozchod a vzdálenost kolejových řádků lze nastavit na secím stroji, který v místě kolejového řádku vypne secí botku. Postřiky na řepku setou na 50 cm byly řešeny páskovou aplikací. Páskovou aplikaci si lze prohlédnout na obrázku 13 (Poláková, 2023).

Obrázek 13 Pásková aplikace postřiku (Poláková, 2023)



Charakteristika přípravku Decis Forte

Decis Forte je přípravek pro hubení škůdců na rostlinách. Jedná se o insekticidní přípravek, který je účinný na řadu škůdců, včetně mšic. Přípravek nepůsobí systémově, ale musí být zasaženy všechny části rostlin. Insekticid je vhodné používat za optimální teploty či nižší. V případě vyšších teplot přes den je vhodné přípravek aplikovat časně z rána nebo navečer. Přípravek byl aplikován v dávce $0,6 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Bayer, 2024).

Charakteristika přípravku Agil 100 EC

Tento přípravek slouží k ničení plevelů a výdrolu v ostatních plodinách. Jedná se tedy o selektivní herbicid, který se aplikuje postemergentně. Přípravek po sobě nezanechává reziduální účinky na následující plodiny a je možné ho použít pouze jednou za vegetační dobu. Používá se pro ničení jednoletých i vytrvalých plevelů. Použili jsme dávku $0,063 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Bayer, 2024).

Během vegetační doby proběhly další zásahy proti plevelům, škůdcům a houbovým chorobám. Tyto zásahy jsou znázorněny v tabulce 4.

Tabulka 4 Seznam použitých přípravků pokus 1 (vlastní zdroj)

Datum aplikace	Typ přípravku	Druh přípravku	Dávka (kg, l·ha ⁻¹)
5. 9. 2022	SluXX HP	Mulskocid	0,46
6. 9. 2022	Cleravis	Herbicid	1,5
	Galera podzim	Herbicid	0,2
	Dash HC	Adjuvant	1,0
	Decis Forte	Insekticid	0,062
	Avenger	Insekticid	0,15
15. 9. 2022	SluXX HP	Mulskocid	0,46
23. 9. 2022	Bór 150	Listové hnojivo	1,0
	Agil 100 EC	Herbicid	0,5
	Hořká sůl, Močovina	Dusíkaté hnojivo	5,0; 20,0
20. 4. 2023	Karate se Zeon	Insekticid	0,15
	Metkon	Fungicid	0,5
	Mospilan 20 SP	Insekticid	0,12
	Bór 150	Listové hnojivo	1,5
	Profit NPK 5-40-5	Hnojivo	2,0
	Hořká sůl, Močovina	Dusíkaté hnojivo	5,0; 20,0
	Fulvohumate	Pomocný přípravek	0,3
2. 5. 2023	Mavrik Smart	Insekticid	0,2
16. 5. 2023	Treso	Fungicidy	0,75
30. 6. 2023	Flexi	Regulátor dozrání	1,0

Na počátku jara byla dne 1. 3. 2023 realizována aplikace průmyslových hnojiv k doplnění živin do půdy a nastartování jarního růstu. Aplikace probíhala neseným rozmetadlem minerálních hnojiv od firmy Amazone. Byl aplikován přípravek DASA 26/13 a použili jsme typ rozmetadla Amazone ZGTS 10000. Traktor s rozmetadlem využíval kolejových řádků po 36 metrech a hraničního rozmetání, z důvodu snížení aplikace hnojiv mimo pozemek. Traktor byl vybaven automatickým řízením, které udává traktoru směr jízdy podle signálu GPS. Přesný signál slouží k jízdě traktoru v kolejích a zabránění poničení porostu. Aplikaci minerálních hnojiv vidíme na obrázku 14 (Geisselreiterová, 2020).

Obrázek 14 Aplikace minerálních hnojiv (Geisselreiterová, 2020)



Charakteristika přípravku DASA 26/13

Přípravek DASA 26/13 je granulové dusíkaté hnojivo. Má vysoký obsah síry a je vhodné ho použít k základnímu hnojení, přihnojování a k rostlinám požadujícím velké množství síry. Je řešením pro nahrazení ledku amonného (LAD 27). Pro aplikaci byla zvolena dávka $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Bayer, 2024).

4.1.4 Kontrola porostu a měření pokusu 1

Dne 26. 4. 2023 byla provedena kontrola porostů na pozemcích a měřena hydraulická vodivost půdy, fyzikální vlastnosti půdy a penetrační odpor. Nejprve jsme přistoupili k měření hydraulické vodivosti půdy a měření penetračního odporu. Následně jsme odebrali vzorky půdy z hloubky 5–10 cm a 10–15 cm, které jsme následně zavíčkovali a odvezli na fakultu k dalšímu zpracování. Porost se nacházel ve fázi počátečního kvetení až kvetení. Porosty byly krásně vyvinuté (obrázek 15) a díky vlhké půdě měly dostatek vláhy pro svůj růst. Díky vlhké půdě docházelo k dobrému odebírání vzorků.

Obrázek 15 Fotografie porostu řepky a odebrání vzorků pokusu 1 (vlastní zdroj)



4.1.5 Sklizeň porostu

Dne 4. 8. 2023 bylo rozhodnuto hlavním agronomek, že dojde ke sklizni daného pozemku. Pro sklizeň byla použita sklízecí mlátička New Holland CX 8.80 se záznamem o výnosu v jednotlivých částech pozemku. Sklízecí mlátička byla vybavena adaptérem pro sklizeň řepky, který zabraňuje nadměrným ztrátám na vstupu hmoty do sklízecí mlátičky. Sklízecí mlátička CX 8.80 je vytřásadlová mlátička s tangenciálním principem výmlatu. Z výnosových map byl zjištěn průměrný výnos pozemku, který činil $4,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na obrázku 16 je sklízecí mlátička při sklizni řepky ozimé (Bednar, 2020).

Obrázek 16 Sklízecí mlátička při sklizni řepky ozimé (Bednar, 2020)



4.2 Metoda pěstování řepky na 30,8 cm

4.2.1 Lokalita pozemku

Pozemek pro pěstování řepky s roztečí 30,8 cm se nacházel nedaleko obce Osík. Obec Osík se nachází 4 km od Litomyšle směrem na Poříčí u Litomyšle. Pozemek se nachází na mírně nakloněné rovině a v severovýchodní části je pozemek zastíněn stromy. Pozemek má rozlohu 9,93 ha a je znázorněn na obrázku 17.

Obrázek 17 Přesná lokalita pozemku pěstování řepky na 30,8 cm (LPIS)



4.2.2 Založení pokusu

Před založením pokusu proběhla na pozemku aplikace kejdy v dávce $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Kejdu jsme společně se strižštěm předplodiny zapravili do půdy pomocí přímého, diskového aplikátoru. Ten byl součástí samojízdného traktoru Claas Xerion s fekální nástavbou Zuhammer. Po zapravení kejdy do půdy proběhla hloubková příprava půdy pomocí hloubkového kypřiče Köckerling Vector. Hloubka přípravy se pohybovala mezi 20–25 cm podle možností jednotlivých částí pozemku. Poslední činností před setím byla radličková příprava půdy ve svrchní části půdního horizontu k urovnání nerovností a rozdrobení hrud na pozemku. Následně se dne 30. 8. 2022 provedlo setí řepky ozimé. K setí jsme zvolili odrůdu Temptation a výsevek v dávce $0,9 \text{ VJ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Použili jsme secí stroj Horsch Pronto 8DC (obrázek 18) s roztečí botek 15,4 cm a s uložením semene do řádku vždy ob botku. Využili jsme vybavení secího stroje s vypínáním sekcí na kolejové řádky, které byly tvořeny po 36 metrech. Připravili jsme pozemek pro jízdu postřikovače a traktoru s průmyslovými hnojivými (Jedlička, 2023).

Charakteristika odrůdy Temptation

Odrůda Temptation je středně raný hybrid řepky vhodný do všech podmínek. Hybrid disponuje velmi dobrým nárůstem biomasy na podzim, což vede k velmi dobré zimuvzdornosti rostlin. Díky tomu je možné vysévat řepku i v hraničních termínech. Odrůdu Temptation je vhodné používat v intenzivním způsobu hospodaření s výsevem 350 000–500 000 klíčivých semen·ha⁻¹. Rostliny dorůstají do výšky 150 cm a mají dobrou odolnost proti poléhání. U rostlin dochází ke středně ranému kvetení a následně k rychlému růstu šešulí, což zajistí homogenní dozrávání. Tím pádem dochází ke kvalitní sklizni s minimálními ztrátami. Rostliny dosahují vysokých výnosů s vysokým obsahem oleje (Štěpánek, 2020).

4.2.3 Výživa a hnojení

Ke správnému růstu a vývoji rostlin je zapotřebí rostliny chránit před nežádoucími vlivy, jako mohou být škůdci, plevel a houbové choroby. Proto v průběhu růstu byly na pozemek aplikovány potřebné postřiky pro zabránění výskytu škůdců atd. První postřik byl proveden 30. 8. 2022, kdy byl na pozemek aplikován mix postřiků se složením postřiku Teridox 500 EC a Brasan 540 EC. Tyto přípravky byly aplikovány preemergentně, nejpozději do třech dnů po zasetí. Pro aplikaci jsme používali postřikovač Amazone Pantera 4504 o záběru ramen 36 metrů a velikosti nádrže 4500 litrů (Poláková, 2023).

Charakteristika přípravku Teridox 500 EC

Teridox 500 EC je herbicidní přípravek pro ničení plevelů jednoděložných a dvouděložných. Přípravek má dlouhodobé reziduální účinky a aplikuje se preemergentně. Je přijímán pomocí kořenů, klíčků a děložních lístků. Přípravkem lze potlačit i heřmánkové plevely. Je možné ho aplikovat i v období sucha, ale pokud po aplikaci přijde déšť, tak to pozitivně ovlivní funkci přípravku. Přípravek byl aplikován v dávce 0,5 l·ha⁻¹.

Charakteristika přípravku Brasan 540 EC

Brasan 540 EC je herbicidní přípravek pro hubení chundelky metlice a jednoděložných a dvouděložných plevelů. Brasan 540 EC je velmi vhodné zkombinovat s přípravkem Teridox 500 EC pro ošetření porostů řepky. Přípravek je přijímán kořeny, klíčky a děložními lístky rostliny. V našem případě byl přípravek aplikován v dávce 1,5 l·ha⁻¹, což je optimální poměr k přechodnému přípravku při aplikaci přípravku v řepce (Bayer, 2024).

Během růstu řepky ozimé byly na pozemek aplikovány přípravky k hubení škůdců, plevelů, houbových chorob a slimáků. Přípravky, které byly aplikovány, jsou znázorněny v tabulce 5.

Tabulka 5 Seznam použitých přípravků pokus 2 (vlastní zdroj)

Datum aplikace	Typ přípravku	Druh přípravku	Dávka (kg, l · ha ⁻¹)
5. 9. 2022	Sluxx HP	Mulskocid	0,46
15. 9. 2022	Sluxx HP	Mulskocid	0,46
24. 9. 2022	Exelgrow	Pomocný přípravek	0,5
	Avenger, Decis Forte	Insekticidy	0,15; 0,063
	Galeon 50 EC	Herbicid	1,0
1. 10. 2022	Avenger	Insekticid	0,15
	Lambo 50 EC	Insekticid	0,15
31. 10. 2022	Bór 150	Listové hnojivo	1,0
	Tebucur 250 EW	Fungicid	0,8
	Terra-sorb	Pomocný přípravek	0,6
	Hořká sůl, Močovina	Dusíkaté hnojivo	5,0; 20,0
20. 4. 2023	Karate se Zeon	Insekticid	0,15
	Metkon	Fungicid	0,5
	Mospilan 20 SP	Insekticid	0,12
	Bór 150	Listové hnojivo	1,5
	Profit NPK 5-40-5	Hnojivo	2,0
	Fulvohumate	Pomocný přípravek	0,3
	Hořká sůl, Močovina	Dusíkaté hnojivo	5,0; 20,0
2. 5. 2023	Mavrik Smart	Insekticid	0,2
14. 5. 2023, 2. 7. 2023	Treso, Flexi	Fungicid, Regulátor	0,75; 1,0

Hnojení minerálními hnojivy bylo provedeno na jaře dne 3. 3. 2023. Hnojení sloužilo pro nastartování jarního růstu rostlin. Aplikace probíhala rozmetadlem minerálních hnojiv Amazone ZGTS 10000. Ke hnojení bylo vybráno hnojivo DASA 26/13 v dávce $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

4.2.4 Kontrola porostu a měření pokusu 2

Ke kontrole porostu jsme vyrazili dne 26. 4. 2023 v ranních hodinách. Při příjezdu na pozemek jsme vizuálně zkontrolovali porost a připravili si pomůcky k odběru vzorků. Porost řepky byl nepatrně méně vyvinut oproti rostlinám řepky s pěstováním na 50 cm. Pole s řepkou bylo v začátku kvetení a půda disponovala dobrými vláhovými podmínkami, což nám umožňovalo odebírání vzorků v dobré kvalitě. Kontrola porostu a odebírání vzorků je zdokumentováno na obrázku 18.

Obrázek 18 Fotografie porostu řepky a odebírání vzorků pokusu 2 (vlastní zdroj)



Při měření hydraulické vodivosti půdy a odebírání vzorků na pozemku jsme všechny naměřené výsledky zaznamenávali do tabulky, kterou jsme následně používali při vyhodnocování vzorků. Na pozemku jsme začínali měřením hydraulické vodivosti půdy, kdy jsme používali vlhkoměr a stopky pro změření doby, za kterou se voda vsákne do půdy. Vlhkost půdy byla měřena před nalitím vody do válečku a po vsáknutí vody do půdy. Místo odběru vzorků bylo vybráno podle typologie porostu. Vzorky jsme neodebírali na krajích pozemku a v kolejových řádcích, kde by mohlo docházet k nepřesným výsledkům. Vzorky byly odebírány ve dvou hloubkách. První hloubka odběru byla 5–10 cm a druhá hloubka odběru byla 10–15 cm. V každé hloubce bylo odebráno pět válečků, které byly následně zavičkovány a převezeny v chladicím boxu do dílenských prostor školy. Ve škole došlo k přendání vzorků do mrazáku, kde byly uloženy až do následného vyhodnocování válečků. K vyhodnocování vzorků došlo následující týden.

4.2.5 Sklizeň porostu

Sklizeň porostu řepky byla provedena 4. 8. 2023. Ke sklizni byla použita sklízecí mlátička New Holland CX 8.80. Jedná se o vytřásadlovou mlátičku s tangenciálním způsobem výmlatu. Mlátička byla vybavena snímacím zařízením, které ukazovalo aktuální výnos na pozemku a průměrný zjištěný výnos byl $4,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Sklízecí mlátička CX 8.80 při sklizni řepky je zobrazena na obrázku 19.

Obrázek 19 Sklizeň řepky ozimé (Bednar, 2020)



4.3 Hydraulická vodivost půdy

Hydraulickou vodivostí vody do půdy je myšlen vstup vody do půdy přes půdní horizonty směrem dolů. Rychlost prostupu vody do půdy je měřena v milimetrech za hodinu. Voda prostupuje lépe půdami písčitými oproti půdám jílovitým. Písčité půdy obsahují velké množství pórů a voda se lépe dostává do spodních pater. Hydraulická vodivost je indikátorem schopnosti půdy propouštět vodu do půdního profilu a skrze něj. Voda v půdě nějakou dobu zůstává, a proto je přístupná pro rostliny, které čerpají vodu pomocí kořenů. Hydraulická vodivost je velmi ovlivněna systémem hospodaření s půdou podle toho, zda dochází na pozemku k nadměrnému zhutnění půdy, nebo zůstává půda bez pokryvu biomasou. Při příchodu silných dešťů dochází ke splavu drobných částí půdy, které zaplní póry a následně se tvoří krusty. Pokud dojde k zaplnění velkých pórů vodou a voda už neodtéká z pole, bylo dosaženo tzv. kapacity pole. Naopak pokud se voda nachází pouze ve velmi malých pórech, tak tento stav nazýváme jako nedostatečné množství vody v půdě a rostliny postupem času uvadají. Optimální množství vody v půdě je 60 až 80 %. Hydraulická vodivost závisí na velkém počtu faktorů, mezi které patří rychlost dodávky vody, doba uplynutá od začátku příjmu vody, chemické složení půdy a vody, půdní variabilita, topografie, počáteční a okrajové podmínky, teplota a pravděpodobně další aktivity spojené s biologickými aktivitami v půdě (Assouline, 2013).

V našem případě probíhalo měření hydraulické vodivosti následujícím způsobem. K měření jsme používali jednoválcový prstenec, který jsme pomocí dřevěného dřívka a paličky zatloukli do země. Následně jsme změřili vlhkost půdy v okolí válečku, aby nedošlo k porušení půdy uvnitř válečku. Poté jsme zapnuli měření na stopkách, nalili 300 ml vody do válečku a čekali na vsáknutí obsahu vody do půdy. Po vsáknutí vody jsme provedli uvnitř válečku znovu měření vlhkosti půdy, tentokrát už uvnitř, jelikož nevedlo porušení půdního profilu. Toto měření bylo provedeno osmkrát na jednom pozemku.

4.4 Neporušené půdní vzorky

4.4.1 Odběr půdních vzorků

Neporušený půdní vzorek slouží k určení základních fyzikálních vlastností půdy. Pomocí válečku dokážeme určit poměr pevné, kapalné a plynné fáze v půdě. Vzorek musí být neporušený, aby se půda nacházela ve svém původním složení. Neporušený půdní vzorek je přenášen v zavíčkovaných nerezových válečkách o objemu 100 cm³. Válečky, které se nazývají Kopeckého válečky, mají na spodní straně břít.

Postup odběru vzorku je následující. K odběru vzorků by mělo být vybráno místo, kde zatím nedošlo k narušení půdní struktury, například pošlapáním pozemku. Způsobilo by to změnu objemové hmotnosti půdy. To by mohlo mít za následek špatné či zkreslené výsledky. Následně se odebere vrchní část skývy neboli provede se předvrtání válečku, které připraví podmínky k odebrání vzorku. Půdní vzorky jsme odebírali ze dvou hloubek. První hloubka odběru byla 5–10 cm a druhá hloubka odběru byla 10–15 cm. Poté se váleček nasadil do nástavce a tlakem se zatlačil do půdy do požadované hloubky. V případě, že nejde váleček do země zatlačit, je možné použít gumové kladívko, kterým docílíme požadované hloubky. Následně se musí s nástavcem otočit, aby došlo k přerušení půdní soudržnosti a váleček s nástavcem mohl být vytažen. Po vytažení nástavce ze země se odebral váleček z nástavce a přebytečné množství půdy se opatrně ořezávalo až do roviny podstavy válečku. Váleček je třeba ořezávat postupně od středu ke kraji po menších dílcích. To proto, aby nedošlo k narušení půdního vzorku. Následně se váleček zavíčkoval z obou stran, byl uložen do přenosného boxu a pokračoval další odběr vzorků. Z každé hloubky bylo odebráno pět válečků, tudíž deset válečků z jednoho pozemku. Po odebrání vzorků byly válečky uloženy do mrazáku ve školních dílnách. K rozboru a měření válečků jsme přistoupili následující týden.

4.4.2 Rozbor půdních vzorků

1. Rozbor válečků začíná vyndáním válečků z mrazáku a následným odvíčkováním. Odvíčkový váleček se na spodní straně uzavře kruhovým filtračním papírem a položí se na hodinové sklo. Poté dojde ke zvážení válečku a hodinového skla o známé hmotnosti, čímž získáme hmotnost G_A . Tato hmotnost nám slouží k určení momentální vlhkosti vzorku w_{mom} .
2. Následně se váleček nasycuje destilovanou vodou pomocí filtračního papíru a kapilárního vztlínání. Vrchní část válečku se zakryje hodinovým sklem, aby nedocházelo k vypařování vody. Vzorek se nechá nasycovat do druhého dne (min. 12 hodin).
3. Druhý den se váleček sejme z filtračního papíru a nakloní se, aby přebytečná voda okapala. Váleček se následně zváží na hodinovém skle a získáme hmotnost G_B , kterou budeme potřebovat k určení nasáklivosti.
4. Následně se váleček postaví na čtyřnásobně složený filtrační papír a horní základna se opět zakryje hodinovým sklem. Tato doba je označena jako začátek odsávání a zapisujeme ji časem nula. Od této doba se měří doba odsávání.
5. Nejprve se váleček odsává 30 minut na filtračním papíru, dále se zváží a tím získáme hmotnost G_C , pomocí které spočítáme třicetiminutovou vlhkost.
6. Poté se váleček opět postaví na čtyřnásobně složený filtrační papír a čekáme dalších 90 minut (tj. 2 hodiny od času nula). Po uplynutí času dojde opět ke zvážení válečku a zjištění hmotnosti G_D , která slouží k určení maximální kapilární vodní kapacity.
7. Váleček se opět postaví na čtyřnásobně složený filtrační papír a nechává se odsávat dalších 22 hodin (tj. 24 hodin od času nula). Po uplynutí času se znovu váleček zváží a získáme hmotnost G_E . Tato hmotnost nám slouží k určení přibližné retenční vodní kapacity.
8. V předposledním kroku se zváží hodinové sklo, hmotnost G_S . Následně se váleček suší při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti a potom se zváží, hmotnost G_F , která slouží ke stanovení sušiny G_H .
9. Suchá zemina poté slouží ke stanovení specifické hmotnosti ρ_z . Specifickou hmotnost lze charakterizovat jako hmotnost 1 cm³ zeminy bez pórů, vysušené při 105 °C (Valla a kol., 2011).

4.4.3 Výpočty odebraných půdních vzorků

Následně jsme provedli výpočty k požadovaným výsledkům. Postupy výpočtů jsou znázorněny a popsány níže.

Výpočet momentální vlhkosti

Momentální vlhkost půdy je vlhkost v době odběru válečku. Značí se Φ_{mom} a je vyjadřována v objemových nebo hmotnostních procentech. Výpočet je vyjádřen následovně: $(G_A - G_F)$ (Valla a kol., 2011).

Nasáklivost

Nasáklivost materiálu je popsána jako maximální zaplnění pórů v zemině při kapilárním nasycování. Značíme ji Φ_{ns} a je vyjadřována v procentech. Výpočet je vyjádřen následovně: $(G_B - G_F)$ (Valla a kol., 2011).

Vlhkost třicetiminutová

Tato vlhkost slouží ke klasifikaci půdních pórů. Byla zavedena po zjištění rychlého úbytku vlhkosti po patnácti až třiceti minutách z nekapilárních pórů. Je značena Φ_{30} a vyjadřována v procentech. Výpočet vypadá takto: $(G_C - G_F)$ (Valla a kol., 2011).

Maximální kapilární vodní kapacita

Slouží ke schopnosti půdy zadržet vodu pro potřebu vegetace. Voda při této charakteristice není zcela ustálena, ale působením tíhy se postupně stále usazuje. Značí se Φ_{MKK} a je vyjadřována v procentech. Výpočet vypadá takto: $(G_D - G_F)$ (Valla a kol., 2011).

Retenční vodní kapacita

Přestavuje už dosti ustálený stav vlhkosti oproti předchozí. Značí se Φ_{RVK} a vychází v procentech. Výpočet probíhá takto: $(G_E - G_F)$ (Valla a kol., 2011).

Specifická hmotnost půdy

Specifická hmotnost půdy je hmotnost objemu půdy bez pórů. Je ovlivněna zastoupením různých hmotnostních částic a lze podle ní určit zastoupení organické hmoty v půdě. Značí se ρ_z a je vyjádřena g/cm^3 . Výpočet je prováděn následovně: $n/(n+p_{\text{H}_2\text{O}}-p_z)$ (Valla a kol., 2011).

Pórovitost

Udává, kolik procent z objemu připadá na póry. Lepší představu o pórech udává dělení pórů na kapilární a nekapilární. Kapilární póry vedou vodu proti gravitaci. Nekapilární póry představují dutiny v půdě, kudy voda odtéká. Značí se P a vyjadřuje se v procentech. Výpočet je následující: $(\rho_z - \rho_d) \cdot 100/\rho_z$ (Valla a kol., 2011).

Provzdušenost půdy

Provzdušenost je určena procentem pórů vyplněných vzduchem při momentální vlhkosti. Je udávána v procentech a značí se V_z . Výpočet je: $P - \Phi_{\text{mom}}$ (Valla a kol., 2011).

Vzdušná kapacita půdy

Je dána procentem vzduchu v pórech při vodní kapacitě půdy. Je buďto kapilární, nebo retenční. Značí se K_{vz} a udává se v procentech. Výpočet je: $P - \Phi_{\text{MKK}}$ (Valla a kol., 2011).

Zde je zobrazen obrázek 20 z měření hmotností jednotlivých půdních vzorků v laboratoři technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze.

Obrázek 20 Vyhodnocování půdních vzorků (vlastní zdroj)



4.5 Penetrační odpor

Penetrační odpor slouží ke zjištění míry zhutnění půdy díky přejezdům zemědělské mechanizace. Ke zhutnění půdy dochází díky těžké mechanizaci s vysokým měrným tlakem na půdu. V dnešní době se proto často používají flotační pneumatiky, které by měly zabránit nadměrnému zhutnění půdy. Zhutnění půdy je nežádoucí proces, a proto se ho snažíme minimalizovat.

Při měření penetračního odporu dochází k měření odporu, který zemina vyvozuje proti zatlačovanému předmětu. V našem případě se jednalo o kužel s plochou 1 cm^2 s vrcholovým úhlem 30° . Měření penetračního odporu může být statické nebo dynamické. Při statickém měření dochází k postupnému zatlačování penetrometru do země, kde se snažíme, aby rychlost zatlačování byla konstantní. Naopak u dynamického principu dochází k zatlačování penetrometru pomocí rázů bucharu. Ten se na penetrometr pouští ze stejné výšky, aby docházelo k přesnému měření. V našem případě se jednalo o statickou metodu měření. Při měření dochází k zaznamenávání penetračního odporu v daných hloubkách. U nás byl odpor sledován v rozmezí 0,4 m. Pro lepší představu měření pomocí penetrometru si můžeme prohlédnout obrázek 21 (Bognár, 2018).

Obrázek 21 Měření penetračního odporu (Jeschke, 2018)



5 Naměřené výsledky a diskuse

Pro zjištění jednotlivých výhod a nevýhod technologie setí s roztečí na 50 cm oproti setí s roztečí na 30,8 cm bylo využito měření infiltrace vody do půdy a měření fyzikálních vlastností půdy pomocí Kopeckého válečků. Provedení výpočtů a postupů ke zjištění výsledku je popsáno níže.

5.1 Měření hydraulické vodivosti půdy

Z naměřených hodnot hydraulické vodivosti se pomocí vzorce vypočetly výsledky, které ukázaly schopnost půdy přijímat vodu. Z naměřených hodnot jsme nejprve odečetli rozdíl naměřených vlhkostí před a po nasycení vodou. Další potřebná hodnota byl čas, za který se voda vsákla do půdy. Pro výpočet jsem použil rovnici 1 (Chyba, 2013), (Bagarallo et al, 2004). Tyto hodnoty a následné výsledky jsou znázorněny v tabulkách 6 a 7.

$$K_{fs} = \frac{\Delta\theta}{(1 - \Delta\theta) \times t_a} \times \left[\frac{D}{\Delta\theta} - \frac{(D + \frac{1}{\alpha^*})}{1 - \Delta\theta} \times \ln \left(1 + \frac{(1 - \Delta\theta) \times D}{\Delta\theta \times (D + \frac{1}{\alpha^*})} \right) \right] \quad (1)$$

Tabulka 6 Hydraulická vodivost pokusu 1 (vlastní zdroj)

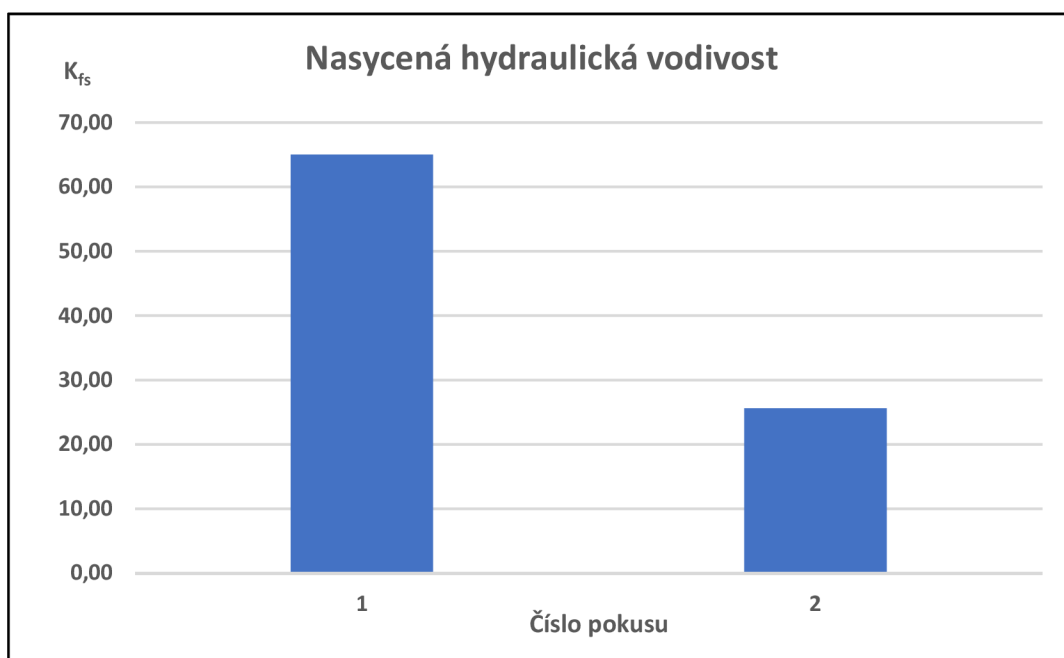
Technologie pěstování řepky s roztečí na 50 cm			
Měření	Rozdíl vlhkostí (%)	Doba vsáknutí (s)	Výsledek (mm · h ⁻¹)
1	5,6	54	18,87
2	7,7	23	32,43
3	2,4	28	82,43
4	3,1	16	112,99
5	3,7	21	72,60
6	6,3	18	50,46
7	4,7	11	109,91
8	11,9	12	40,46

Tabulka 7 Hydraulická vodivost pokusu 2 (vlastní zdroj)

Technologie pěstování řepky s roztečí na 30,8 cm			
Měření	Rozdíl vlhkostí (%)	Doba vsáknutí (s)	Výsledek ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$)
1	12,3	563	0,83
2	4	266	5,32
3	4,1	84	16,43
4	8	76	9,45
5	2,8	370	5,39
6	4,1	32	43,14
7	5,2	23	47,64
8	5,3	14	76,82

Na následujícím grafu je porovnání průměrných hodnot nasycené hydraulické vodivosti mezi pozemkem 1 a 2.

Obrázek 22 Graf nasycené hydraulické vodivosti (vlastní zdroj)



5.2 Odebrané půdní válečky

5.2.1 Hodnoty odebraných půdních válečků

Z odebraných válečků jsme po provedených postupech a zvážení získali podstatné hmotnosti u pěstování řepky s roztečí na 50 cm, které jsou zobrazeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Hmotnosti válečků pokusu 1 (vlastní zdroj) (G_A -vzorek s přirozenou vlhkostí, G_B -vzorek kapilárně nasycený, G_C -vzorek po 30 minutách odsávání, G_D -vzorek po 2 hodinách odsávání, G_E -vzorek po 24 hodinách odsávání, G_F -vzorek po vysušení při 105 °C, G_S -hmotnost hodinového skla)

Pěstování řepky s roztečí na 50 cm								
Váleček	Hloubka	G_A (g)	G_B (g)	G_C (g)	G_D (g)	G_E (g)	G_S (g)	G_F (g)
66.	5–10 cm	314,677	324,684	321,806	319,914	315,173	40,164	280,225
109.	5–10 cm	316,687	324,980	323,037	321,412	317,100	37,437	282,219
94.	5–10 cm	314,161	323,489	320,540	318,718	314,066	41,218	279,879
104.	5–10 cm	307,424	318,264	315,259	313,454	308,555	37,285	275,053
108.	5–10 cm	302,657	315,279	311,077	308,720	303,700	37,140	271,370
125.	10–15 cm	312,305	323,930	320,260	318,189	313,582	41,192	280,870
72.	10–15 cm	306,285	317,560	314,250	312,324	307,777	36,275	274,827
123.	10–15 cm	298,512	311,495	307,658	305,313	300,492	38,238	267,827
51.	10–15 cm	312,507	324,342	320,663	318,894	314,736	38,272	281,786
12.	10–15 cm	305,586	316,638	313,540	311,566	307,116	33,497	274,847

Tyto zvážené válečky nám následně sloužily k výpočtům pórovitosti, momentální vlhkosti, nasáklivosti atd. Hmotnosti byly váženy s přesností na tři desetinná místa, což pro naši přesnost úplně dostačuje.

Z odebraných válečků jsme po provedených postupech a váženích získali podstatné hmotnosti u pěstování řepky s roztečí na 30,4 cm, které jsou zobrazeny v tabulce 9.

Tabulka 9 Hmotnosti válečků pokusu 2 (vlastní zdroj) (G_A-vzorek s přirozenou vlhkostí, G_B-vzorek kapilárně nasycený, G_C-vzorek po 30 minutách odsávání, G_D-vzorek po 2 hodinách odsávání, G_E-vzorek po 24 hodinách odsávání, G_F-vzorek po vysušení při 105 °C, G_S-hmotnost hodinového skla)

Pěstování řepky s roztečí na 30,8 cm								
Váleček	Hloubka	G _A (g)	G _B (g)	G _C (g)	G _D (g)	G _E (g)	G _S (g)	G _F (g)
119.	5–10 cm	307,172	315,442	311,665	309,188	304,024	37,752	271,815
38.	5–10 cm	311,387	321,833	318,273	316,313	311,589	39,673	278,917
120.	5–10 cm	313,302	322,840	319,853	317,992	313,273	36,095	280,354
75.	5–10 cm	306,307	316,198	312,125	309,864	304,975	37,205	271,442
35.	5–10 cm	306,616	315,065	312,160	309,899	305,531	33,262	271,225
112.	10–15 cm	306,212	318,268	314,409	312,204	306,676	34,284	273,752
87.	10–15 cm	297,757	308,571	303,778	301,219	295,798	35,415	264,328
27.	10–15 cm	308,143	317,986	315,229	313,077	308,118	38,741	276,295
83.	10–15 cm	305,648	316,172	313,032	311,252	307,019	36,257	275,284
59.	10–15 cm	306,660	316,297	312,419	309,843	304,830	37,642	273,154

5.2.2 Vypočtené hodnoty odebraných válečků

K získání průměrných hodnot jsme provedli výpočty jednotlivých válečků v různých hloubkách. Následně jsme pro jednotlivé hloubky provedli výpočet průměrných hodnot, které jsou znázorněny v následujících tabulkách 10 a 11. Tabulka 10 je zaměřena na technologii pěstování řepky s roztečí na 50 cm a v tabulce 11 jsou hodnoty technologie setí řepky s roztečí na 30,8 cm.

Tabulka 10 Průměrné hodnoty vyhodnocených válečků pokusu 1 (vlastní zdroj)

Stanovení	Řepka setá na 50 cm		Jednotky
	Hloubka 5–10 cm	Hloubka 10–15 cm	
Momentální vlhkost	33,372	31,008	%
Nasáklivost	43,590	42,762	%
Vlhkost třicetiminutová	40,595	39,243	%
Maximální kapilární vodní kapacita	38,694	37,226	%
Retenční vodní kapacita	33,970	32,709	%
Specifická hmotnost půdy	2,660	2,660	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Sušina	145,864	145,685	g
Objemová hmotnost	1,459	1,457	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Pórovitost celková	45,150	45,226	%
Pórovitost kapilární	33,970	32,709	%
Pórovitost nekapilární	4,555	5,983	%
Provzdušenost	11,778	14,218	%
Max. kapilární vzdušná kapacita	6,456	8,000	%
Retenční vzdušná kapacita	11,18	12,517	%

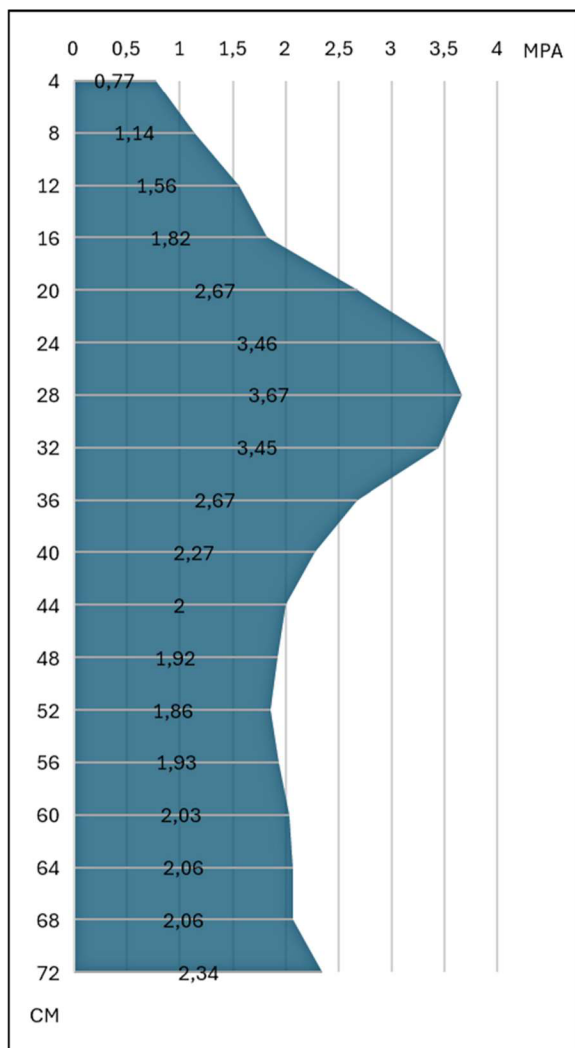
Tabulka 11 Průměrné hodnoty vyhodnocených válečků pokusu 2 (vlastní zdroj)

Stanovení	Řepka setá na 30,8 cm		Jednotky
	Hloubka 5–10 cm	Hloubka 10–15 cm	
Momentální vlhkost	34,206	32,321	%
Nasáklivost	43,525	42,896	%
Vlhkost třicetiminutová	40,065	39,211	%
Maximální kapilární vodní kapacita	37,901	36,956	%
Retenční vodní kapacita	33,128	31,926	%
Specifická hmotnost půdy	2,640	2,640	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Sušina	145,141	142,713	g
Objemová hmotnost	1,451	1,427	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Pórovitost celková	45,038	45,947	%
Pórovitost kapilární	33,128	31,926	%
Pórovitost nekapilární	4,973	6,736	%
Provzdušenost	10,832	13,626	%
Max. kapilární vzdušná kapacita	7,137	8,991	%
Retenční vzdušná kapacita	11,910	14,021	%

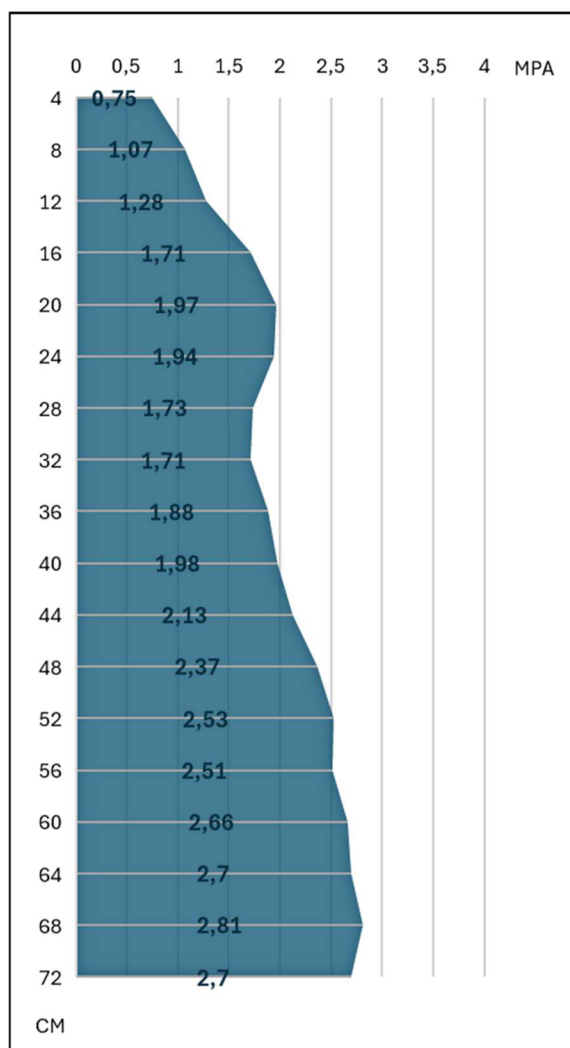
5.3 Penetrační odpor

Na zkoumaných pozemcích byly odebrány také hodnoty penetračního odporu. Na každém pozemku se provedlo deset měření. Výsledky měření byly převedeny do tabulky a následně z nich byly vytvořeny grafy, které si můžeme prohlédnout níže. Obrázek 23 je z pozemku pěstování řepky na 50 cm a obrázek 24 je z pozemku pěstování na 30,8 cm.

Obrázek 23 Penetrační odpor pokus 1 (vlastní zdroj)



Obrázek 24 Penetrační odpor pokus 2 (vlastní zdroj)



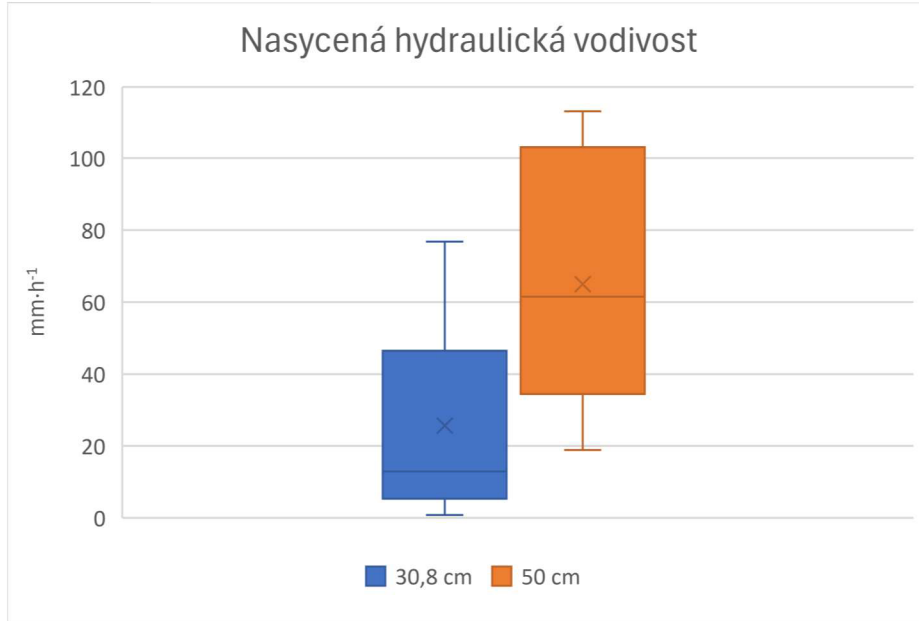
5.4 Statistické porovnání hodnot hydraulické vodivosti

Tabulka 12 Statistika hydraulické vodivosti

Faktor	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
	30,8 cm	8	205,015	25,62687	742,0804
	50 cm	8	520,1468	65,01835	1240,613

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	6206,753	1	6206,753	6,260931	0,025359	4,60011
Všechny výběry	13878,85	14	991,3467			
Celkem	20085,61	15				Je statisticky významný rozdíl

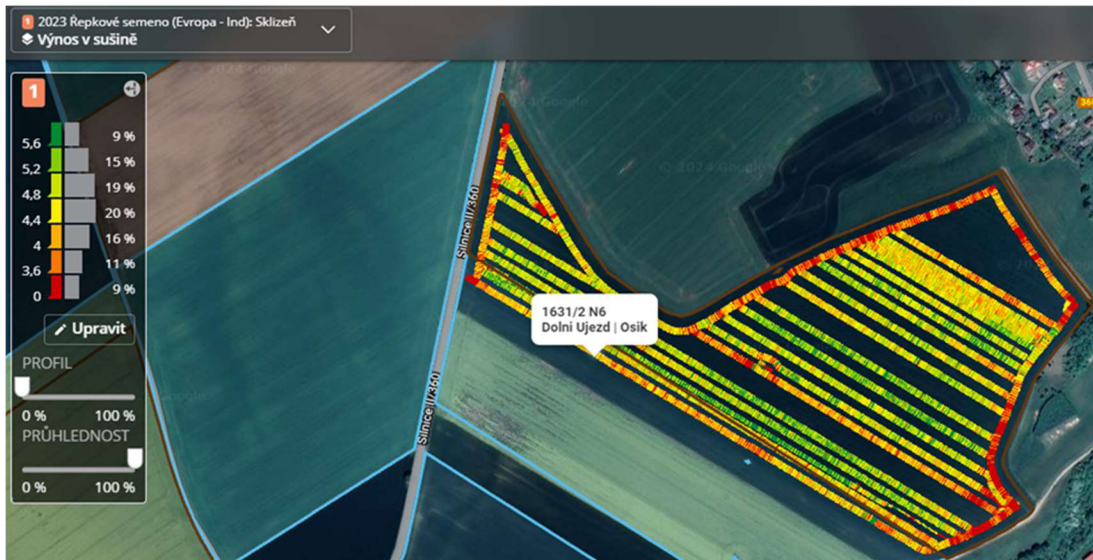
Obrázek 25 Krabicový graf hydraulické vodivosti (vlastní zdroj)



5.5 Výnosové mapy zkoumaných pozemků

Na obrázku 26 je výnosová mapa pozemku setého na 50 cm. Mezi jednotlivými jízdami jsou mezery bez zjištěného aktuálního výnosu z důvodu pohybu dvou sklízecích mlátiček na pozemku a pouze jedna měla možnost měřit aktuální výnos. Průměrný výnos na pozemku byl $4,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Obrázek 26 Výnosová mapa pozemku 1701/30



Na obrázku 27 je zobrazena výnosová mapa pozemku setého s roztečí na 30,8 cm. Opět je několik jízd sklízecí mlátičky nevyobrazených z pozice aktuálního výnosu z důvodu pohybu dvou strojů na pozemku. Průměrný výnos na pozemku činil $4,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Obrázek 27 Výnosová mapa pozemku 4304/21



6 Porovnání sledovaných technologií

Technologie, které jsem zkoumal, jsem porovnával především podle přínosů a výhod pro zemědělské podniky. Vhodná technologie by jim měla přinést vyšší výnos, méně potřeb pohybu strojů po pozemku a snížení použití minerálních hnojiv oproti technologii plošného setí.

6.1 Zhodnocení výsledků hydraulické vodivosti

Technologie setá s roztečí na 50 cm je dle výsledků hydraulické vodivosti půdy schopna lépe přijímat vodu. Hodnota K_{fs} (hydraulická vodivost) je v průměrných hodnotách oproti druhé technologii až o polovinu větší. U technologie seté s roztečí na 50 cm dokáže půda přijmout až $65,02 \text{ mm} \cdot \text{hod}^{-1}$. Naopak druhá technologie setá na 30,8 cm dokáže přijmout pouze $25,63 \text{ mm} \cdot \text{hod}^{-1}$. Z tohoto pohledu můžeme uvádět, že půda u prvního pokusu (technologie setá na 50 cm) je lépe prokypřená, nachází se v ní větší množství pórů a může se jednat spíše o půdu písčitou, kde se voda do půdy vsakuje rychleji. Půda nemá takovou hustotu, a proto při příchodu dešťů dokáže půda vodu přijmout a nedochází k jejímu odtoku z pozemku vlivem zabránění vstupu vody do půdy. Na hydraulickou vodivost má také vliv předchozí příprava půdy a styl jejího obdělávání. V našem případě byla půda obdělávána stejným způsobem u obou technologií. Pouze v případě předplodiny bylo u technologie seté na 30,8 cm použito hloubkové kypření na 50 cm. V našem případě vznikl rozdíl vodivosti vlivem rozdílných půdních struktur, a především meziřádkovým plečkováním u porostu setého na 50 cm.

6.2 Zhodnocení výsledků půdních vzorků

U půdních vzorků jsme porovnávali dvě technologie, které byly zkoumány ve dvou odlišných hloubkách. Jednalo se o hloubku 5–10 cm a 10–15 cm. Momentální vlhkost půdy byla u technologie s roztečí na 30,8 vyšší a s narůstající hloubkou vlhkost půdy klesala v obou případech, jak můžeme vidět v tabulkách 10 a 11. Nasáklivost je v obou případech nižší než pórovitost a v obou případech je velmi podobná. Jelikož je nasáklivost nižší než pórovitost, tak se jedná o půdy nebobtnavé. U prvního pokusu jsme zjistili, že půda je schopná lépe zadržet vodu v pórech pro potřeby vegetace. To nám vyjadřuje maximální kapilární vodní kapacita, u které dochází ke stálému pohybu vody směrem dolů, a tudíž musíme uvažovat gravitační složku síly. V případě, že je půda hlouběji prokypřena, dochází k rychlejšímu pohybu vody půdou a voda je přínosem pro spodní patra půdního horizontu a kořeny v hlubších vrstvách.

U retenční vodní kapacity je voda v půdě už natolik ustálena, že se vliv tíhy neuplatňuje, a jelikož se voda nachází v kapilárních pórech, tak na ni mají vliv pouze kapilární síly. Podle specifické hmotnosti jsme schopni určit organický podíl v půdě. V našem případě se specifická hmotnost pohybuje v rozmezí $2,6\text{--}2,7 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, což odpovídá hlinitým horizontům s cca 1 % humusu. Z pohledu provzdušenosti půdy se jedná o procento pórů vyplněných vzduchem. V našem případě se více vzduchu v pórech nacházelo v nižších paterách půdního horizontu a v obou případech dosahovaly výsledky velmi podobných hodnot. Z hlediska pórovitosti jsme schopni určit ulehlost půdy v ornici a ve spodině. V případě ornice se v obou případech výsledek pohybuje okolo hodnoty 45,1 %, což podle tabulky představuje ulehlou půdu. Naopak u spodiny se hodnoty pohybují v rozmezí 45,2–45,9 % a toto rozmezí vyjadřuje už mírně ulehlou půdu. Tudiž z pohledu pórovitosti je nepatrně lepší technologie setí s roztečí na 30,8 cm. Je to především lepším provzdušením spodních pater půdního horizontu, což je u řepky velice žádoucí z důvodu růstu kořenů do velikých hloubek. Jinak jsou výsledky z odebraných válečků obou technologií velice podobné a liší se jen nepatrně.

6.3 Zhodnocení výsledků penetračního odporu

Z pohledu penetračního odporu jsme vypočetli průměrné hodnoty z odebraných hloubek a následně jsme vytvořili graf závislosti odporu půdy na hloubce. Výsledné grafy jsou uvedeny na obrázcích 23 a 24. V případě grafu pěstování řepky s roztečí na 50 cm došlo k nárůstu penetračního odporu v hloubce 20–30 cm a největšího odporu bylo dosaženo v hloubce 28 cm. Tento nárůst odporu půdy, a tím větší míry zhutnění půdy, je způsoben tím, že rok před pěstováním řepky nebylo na pozemku použito hloubkové kypření do hloubky 50 cm. Tudiž tato vrstva zabraňuje prostupu kořenů do hlubších pater a zamezuje přísunu vody. Naopak u druhé technologie bylo u předplodiny provedeno hloubkové kypření do hloubky 50 cm, a tudíž k tomuto nárůstu odporu půdy nedochází. Proto je tato technologie z pohledu prokypření půdy, schopnosti přísunu vody do nižších pater a růstu kořenů jednoznačně výhodnější.

7 Závěr

Ve své diplomové práci jsem se zabýval metodami pěstování řepky ozimé a jejich následným porovnáním. K porovnávání byly vybrány dvě metody. Metoda pěstování řepky s roztečí na 50 cm a metoda pěstování řepky roztečí na 30,4 cm. U těchto jednotlivých technologií jsem z hlediska posouzení výhod a nevýhod provedl několik měření. Byla provedena měření nasycené hydraulické vodivosti do půdy, odběr půdních válečků s následným vyhodnocováním a měření penetračního odporu pomocí penetrometru. Tato měření jsem zpracoval a v daných kapitolách jsou zobrazeny hodnoty odebraných či naměřených pokusů a následně jsou vyobrazeny výpočty hodnot a grafů.

Výsledky u penetračního odporu ukázaly, že podryvání půdního profilu do větší hloubky má velký význam. Především pro růst kořenů do větší hloubky a možnosti přístupu vody do nižších pater půdního horizontu. U hydraulické vodivosti vyšly výsledky opačně, než bych čekal vzhledem k penetračnímu odporu. Rychlost vsakování byla ovlivněna strukturou půdy, kdy se u technologie seté na 50 cm jednalo o více písčitou půdu a na povrchu méně utuženou. Z toho důvodu byla rychlost hydraulické vodivosti vyšší. Dle výsledků a pozorování je lépe využitelná technologie setí na 30,8 cm. Z mého pohledu jsou u technologie setí na 50 cm prostory mezi rostlinami natolik veliké, že rostlina nedokáže vytvořit takový počet větví a šesulí, které by nahradili výnos rostlin u technologie setí na 30,8 cm. U technologie setí s roztečí na 30,8 cm je poměr rozteče řádků a schopnost rostliny vytvořit větvení optimální.

U metod širokořádkového pěstování řepky je zajímavé pozorovat, jak porosty s menším výsevkiem a většími mezerami mezi jednotlivými řádky dokážou konkurovat porostům setým na rozteč 12,5 cm. U porostů pěstovaných na široko dochází k většímu prostoru v okolí rostliny a rostlina poté není utlačena a má více místa pro svůj růst. Dokáže více rozvětvit své větve a vytvořit více šesulí, které přinesou významný podíl na celkovém výnosu. Toto je výhoda oproti pěstování řepky seté na 12,5 cm. Dojde k ušetření osiva a výnos rostlin se výrazně nezmění, spíše naopak. Ve vhodných podmínkách dojde ke vzrůstu výnosového potenciálu a zemědělcům přinese významný finanční zisk. U technologií pěstování řepky na široko je možné ušetřit řadu minerálních hnojiv, jelikož pro přihnojování rostlin je možné využít samojízdný aplikátor a mezi rostliny aplikovat statkové hnojivo, jako je např. kejda.

Z mého hlediska se technologie širokořádkového pěstování řepky postupně vyvíjí a větší podniky tyto technologie začínají využívat. Osobně věřím, že s postupem času se tyto technologie dostanou do vědomí širokému okruhu zemědělců a vzroste jejich využití. Je proto nutné věnovat se novým možnostem pěstování rostlin a seznamovat ostatní zemědělce s našimi poznatky, aby se české zemědělství rozvíjelo.

8 Použitá literatura

1. **ASSOULINE**, Shmuel, 2013. Infiltration into soils: Conceptual approaches and solutions. Agupubs [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wrcr.20155>
2. **BAGARELLO** Vincenzo, **IOVINO** Massimo a **ELRICK** David, 2004, Simplified Falling-Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity, Soil Science Society of America Journal - 2004 - Sv. 68. - stránky 66-73. - ISSN 0361-5995.
3. **BARANYK**, Petr a **FÁBRY** Andrej, 2007. Řepka-pěstování-využití-ekonomika. 1. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-26-7
4. **BARANYK**, Petr, **BALÍK**, Jiří, **HAVEL**, Jiří a **KAZDA** Jan, 2010. Olejniný: Řepka olejka zimní. 1. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-38-0
5. **BEČKA**, David, **VAŠÁK**, Jan, **ZUKALOVÁ**, Helena a **MIKŠÍK**, Vlastimil, 2007. Řepka ozimá: Pěstitelský rádce. 1. Praha: Kurent. ISBN 978-80-87111-05-5
6. **BENEŠ**, Petr, 2023. Precizností hospodaření k úsporám. Trvale udržitelné zemědělství [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: <https://trvaleudrzitelnezemedelstvi.cz/clanky/preciznosti-hospodareni-k-usporam/>
7. **BOGNÁR**, Patrik, 2018. Lehká dynamická penetrace [online]. Brno [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/or6hh/BAKALARSKA_PRACE.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Martin Knížek, Ph.D.
8. **BRÁTA**, Jiří, **BARANYK**, Petr a **ŠKERŮK**, Josef, 2019. Olej nad zlato [online]. 2019 [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: https://www.olejnadzlato.cz/?page_id=581
9. **ČERNÝ**, Jindřich, **BALÍK**, Jiří, **KULHÁNEK**, Martin a **SEDLÁŘ**, Ondřej, 2018. Hnojení ozimé řepky na podzim. Agromanual [online]. [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim>
10. **FIALA**, Tomáš a **BERNARDOVÁ**, Milena, 2017. Regulace řepky ozimé. Agromanual [online]. [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/regulace-repky-ozime>

11. **GEISSELREITEROVÁ**, Liliana, 2020. Rozmetadla AMAZONE – preciznější než kdykoli před tím. Nyní je pořídíte za zvýhodněných podmínek. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozmetadla-amazone-preciznejsi-nez-kdykoli-pred-tim-nyni-je-poridite-za-zvyhodnenych-podminek>
12. **CHYBA**, Jan, 2013. Vliv technologie řízeného pohybu strojů po pozemcích na fyzikální vlastnosti půdy a výnosy plodin [online]. Praha [cit. 2024-03-06]. Dostupné z: file:///C:/Users/Morava/Downloads/zaverecna_prace%20(22).pdf. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita. Vedoucí práce František Kumhála.
13. **JEDLIČKA**, Milan, 2020. Inovované secí stroje Horsch Maestro s novým dávkovacím zařízením. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/inovovane-seci-stroje-horsch-maestro-s-novym-davkovacim-zarizenim>
14. **JEDLIČKA**, Milan, 2022. Precizní hnojení za všech podmínek s kotoučovým rozmetadlem Rauch Axis. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/precizni-hnojeni-za-vsech-podminek-s-kotoucovym-rozmetadlem-rauch-axis>
15. **JEDLIČKA**, Milan, 2023. Zkušenosti se secím strojem Horsch Maestro a meziřádkovým kypřičem Horsch Transformer VF v ZD Dolní Újezd. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/zkusenosti-se-secim-strojem-horsch-maestro-a-meziradkovym-kypricem-horsch-transformer-vf-v-zd-dolni-ujezd>
16. **JESCHKE**, Mark, 2018. Zhutňování půdy v zemědělské výrobě. Pioneer.com [online]. [cit. 2024-03-06]. Dostupné z: <https://www.pioneer.com/us/agronomy/soil-compaction-ag-production.html>
17. **KŘÍŽOVÁ**, Ludmila, 2018. Řepkový extrahovaný šrot. KŘÍŽOVÁ, Ludmila. Encyklopedie krmiv [online]. [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://encyklopedie-krmiv.webnode.cz/repkovy-extrahovany-srot/>
18. **MYTYSKA**, Václav a **JEDLIČKA** Milan, 2020. Farmet Kompaktomat K 450 se stal nepostradatelným, v těžkých půdách se osvědčil. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/farmet-kompaktomat-k-450-se-stal-nepostradatelnym-v-tezkych-pudach-se-osvedcil>

19. **NEDUCHAL**, Jindřich, 2020. Fendt 936 Vario & BEDNAR TERRALAND TN. Agroportal24h [online]. [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/foto-video/fendt-936-vario-bednar-terraland-tn>
20. **RŮŽEK**, Pavel, **KUSÁ**, Helena a **VAVERA**, Radek, 2020. Hnojení ozimé řepky a pšenice po letošní zimě. Výzkumný ústav rostlinné výroby [online]. [cit. 2024-01-24]. Dostupné z: https://www.vurv.cz/wp-content/uploads/2021/08/2020_03_03_Hnojeni_repky_a_psenice.pdf
21. **POLÁKOVÁ**, Martina, 2023. SIUZ aneb jak se daří průkopníkům inovací. Agromanual [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/siuz-aneb-jak-se-dari-prukopnikum-inovaci>
22. **ŠEDEK**, Antonín, 2022. Přesné setí řepky, to je cesta k vyšším výnosům. Úroda [online]. [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://uroda.cz/presne-seti-repky-to-jecesta-k-vyssim-vynosum/>
23. **ŠTĚPÁNEK**, Petr, 2020. Představení ozimé řepky jednotlivých společností dodávajících osiva na český trh v roce 2020. Agromanual [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/repka-ozima-odrudy-2020>
24. **TICHÁ**, Markéta, **VYZÍNOVÁ**, Petra a **MOUDRÝ**, Jan, 2008. Řepka. **DUCHOŇ**, Miroslav. Zemědělské komodity [online]. [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/roslinna-vyroba-menu/olejniny/repka>
25. **TOMŠÍČEK**, Libor, 2016. Vliv vybraných prvků agrotechniky ozimé řepky na výnos semen a jejich kvalitu [online]. Brno [cit. 2024-03-13]. Dostupné z: https://theses.cz/id/bp86yd/zaverecna_prace.pdf. Bakalářská práce. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna.
26. **VALLA**, Miloš, **KOZÁK**, Josef a **NĚMEČEK**, Jan, 2011. Pedologické praktikum. 2. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-0914-2.
27. **VAŇKOVÁ**, Jana, 2015. Možnosti pěstování řepky olejky v ekologickém zemědělství [online]. České Budějovice [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/kjjebg/15420294>. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

28. **ZD DOLNÍ ÚJEZD**, 2020. SKLIZEŇ ŘEPKY OZIMÉ SETÉ DO DVOUŘÁDKU. Bednar [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/blog/sklizen-repky-ozime-sete-do-dvouradku/>

Produktové letáky:

29. **BAYER**, 2024. Decis Forte 1l, Sluxx HP 20kg, BRASAN (15 l) + TERIDOX (5 l) PACK [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://agromanualshop.cz/decis-forte-1l/>
30. **BEDNAR**, 2020. SKLIZEŇ ŘEPKY OZIMÉ SETÉ DO DVOUŘÁDKU [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/blog/sklizen-repky-ozime-sete-do-dvouradku/>
31. **CLAAS**, 2020. LEXION 6000/5000 [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/produkty/sklizeci-mlaticky/lexion-6900-5300>
32. **FARMET**, 2021. Aplikátor kejdy SynCult [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: https://www.farmet.cz/cs/aplikator-kejdy-syncult?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwwMqvBhCtARIsAIXsZpYuMswD9bfpqY3NCuyCyZ8yzjNEpxyAkSKCUHtDV5IRkawSavbFd_4aApxLEALw_wcB

Seznam obrázků

Obrázek 1 Historie produkce řepky olejné (Český statistický úřad).....	4
Obrázek 2 Mikrofenologická stupnice vývoje vzrostného vrcholu (Baranyk a kol., 2007).....	9
Obrázek 3 Trpasličí a klasická odrůda řepky (Baranyk a kol., 2010).....	16
Obrázek 4 Kvalitní porost řepky (Fiala a kol., 2017).....	17
Obrázek 5 Diskový aplikátor kejdy (Farmet, 2021).....	20
Obrázek 6 Rozmetadlo minerálních hnojiv (Jedlička, 2022).....	21
Obrázek 7 Kompaktor firmy Farmet (Mytyska a kol., 2020).....	23
Obrázek 8 Dlátový pluh firmy Bednar (Neduchal, 2020).....	23
Obrázek 9 Přesný secí stroj firmy Horsch (Jedlička, 2020).....	24
Obrázek 10 Sklízecí mlátička s řepkovým adaptérem (Claas, 2020).....	28
Obrázek 11 Přesná lokalita pozemku pěstování řepky na 50 cm (LPIS).....	29
Obrázek 12 Secí stroj Horsch Maestro 12.40 (Jedlička, 2023).....	30
Obrázek 13 Pásková aplikace postřiku (Poláková, 2023).....	31
Obrázek 14 Aplikace minerálních hnojiv (Geisselreiterová, 2020).....	33
Obrázek 15 Fotografie porostu řepky a odebrání vzorků pokusu 1 (vlastní zdroj).....	34
Obrázek 16 Sklízecí mlátička při sklizni řepky ozimé (Bednar, 2020).....	34
Obrázek 17 Přesná lokalita pozemku pěstování řepky na 30,8 cm (LPIS).....	35
Obrázek 18 Fotografie porostu řepky a odebrání vzorků pokusu 2 (vlastní zdroj).....	38
Obrázek 19 Sklizeň řepky ozimé (Bednar, 2020).....	39
Obrázek 20 Vyhodnocování půdních vzorků (vlastní zdroj).....	43

Obrázek 21 Měření penetračního odporu (Jeschke, 2018).....	44
Obrázek 22 Graf nasycené hydraulické vodivosti (vlastní zdroj)	46
Obrázek 23 Penetrační odpor pokus 1 (vlastní zdroj)	51
Obrázek 24 Penetrační odpor pokus 2 (vlastní zdroj)	51
Obrázek 25 Krabicový graf hydraulické vodivosti (vlastní zdroj).....	52
Obrázek 26 Výnosová mapa pozemku 1701/30.....	52
Obrázek 27 Výnosová mapa pozemku 4304/21	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 Složení odrůd řepky (Tichá a kol., 2008).....	6
Tabulka 2 Významné mezníky při šlechtění řepky (Baranyk a kol., 2007).....	15
Tabulka 3 Klasifikace porostu řepky (Baranyk a kol., 2007).....	18
Tabulka 4 Seznam použitých přípravků pokus 1 (vlastní zdroj).....	32
Tabulka 5 Seznam použitých přípravků pokus 2 (vlastní zdroj).....	37
Tabulka 6 Hydraulická vodivost pokusu 1 (vlastní zdroj)	45
Tabulka 7 Hydraulická vodivost pokusu 2 (vlastní zdroj)	46
Tabulka 8 Hmotnosti válečků pokusu 1 (vlastní zdroj) (G_A -vzorek s přirozenou vlhkostí, G_B -vzorek kapilárně nasycený, G_C -vzorek po 30 minutách odsávání, G_D -vzorek po 2 hodinách odsávání, G_E -vzorek po 24 hodinách odsávání, G_F -vzorek po vysušení při 105 °C, G_S -hmotnost hodinového skla)	47
Tabulka 9 Hmotnosti válečků pokusu 2 (vlastní zdroj) (G_A -vzorek s přirozenou vlhkostí, G_B -vzorek kapilárně nasycený, G_C -vzorek po 30 minutách odsávání, G_D -vzorek po 2 hodinách odsávání, G_E -vzorek po 24 hodinách odsávání, G_F -vzorek po vysušení při 105 °C, G_S -hmotnost hodinového skla)	48
Tabulka 10 Průměrné hodnoty vyhodnocených válečků pokusu 1 (vlastní zdroj).....	49
Tabulka 11 Průměrné hodnoty vyhodnocených válečků pokusu 2 (vlastní zdroj).....	50
Tabulka 12 Statistika hydraulické vodivosti	51