

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Pěstování slunečnice technologií strip till v podmínkách
České republiky**

Diplomová práce

**Bc. Josef Čapek
Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce
Doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.**

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Pěstování slunečnice technologií strip till v podmínkách České republiky" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. a Ing. Michaele Samlíkové, Ph.D. za jejich vedení při tvorbě diplomové práce, pomoc se zpracováním výsledků pokusu, cenné odborné rady, trpělivost a pomoc. Dále řediteli Statku Kutlíře, a.s. Ing. Adamu Pánkovi za poskytnutí pozemků a technického vybavení pro provedení pokusu.

Pěstování slunečnice technologií strip till v podmínkách České republiky

Souhrn

V této diplomové práci bylo cílem ověřit a zhodnotit zavedení půdoochranné technologie strip-till při pěstování slunečnice roční v podmínkách České republiky a porovnat tak tuto technologii s orbou, která je doposud dominantní technologií při zakládání porostů slunečnice v České republice.

Důvodem změny zavedené technologie je zachování pěstování slunečnice v osevním postupu jako prosperující olejnin. Slunečnice, která je v seznamu plodin s nízkou ochrannou funkcí může být pěstována na mírně erozně ohrožených plochách pouze v souladu s podmínkami dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES). Tato podmínka ukládá povinnost obhospodařování půdy způsobem, který snižuje riziko degradace a eroze, včetně zohlednění svahu. Jedním ze způsobů jak plnit toto nařízení je metoda zpracování půdy strip-till.

Přesné polní pokusy probíhaly v roce 2022 na pozemcích společnosti Statek Kutlíře, a.s., kde se technologie strip-till porovnávala s konvenční technologií s orbou. Sledován byl vliv technologie na vývoj porostu, výnos nažek a ekonomiku dané technologie. Ze získaných výsledků pokusu vyplývá, že technologie strip-till neměla negativní dopad na vzházivost, vývoj porostu, výnos nažek a jejich kvalitu. Při hodnocení nákladů na založení porostu byla technologie strip-till levnější a časově méně náročná

Klíčová slova: Zpracování půdy, strip till, orba, výnos, slunečnice

Growing sunflowers using strip till technology in the conditions of the Czech Republic

Summary

The aim of this thesis was to test and evaluate the adoption of strip-till soil conservation technology in the production of common sunflower in the Czech Republic and to compare this technology with ploughing, which so far has been the dominant technology in setting up sunflower crops in the Czech Republic.

The purpose of the change in the established technology is to maintain sunflower in the rotation as a thriving oilseed crop. Sunflower, listed as one of the crops with a low conservation value, can be grown on slightly erosion-prone areas providing it complies with the requirements of Good Agricultural and Environmental Condition (GAEC). It requires the land to be managed in a way that reduces the risk of degradation and erosion, taking into account the slope. One way of complying with this regulation is the strip-till method.

In 2022, rigorous field trials were conducted at the Kutlíře, a.s. estate, where the strip-till technology was compared with conventional tillage. The effect of the technology on crop development, seedling yield and the overall economics of the technology was monitored. The results obtained from the experiment show that strip-till technology did not have a negative impact on stand development, seedling yield and seedling quality. When evaluating the cost of stand development, the strip-till technology was cheaper and less time consuming.

Keywords: soil tillage, strip-till, ploughing, yield, sunflower

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
2.1	Cíle práce.....	9
2.2	Vědecké hypotézy.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Slunečnice roční (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	10
3.1.1	Botanické zařazení.....	10
3.1.2	Původ a botanická charakteristika.....	10
3.1.3	Význam a využití slunečnice.....	12
3.1.4	Pěstování slunečnice v ČR a ve světě.....	12
3.2	Agrotechnika.....	15
3.2.1	Nároky na prostředí.....	15
3.2.2	Nároky na půdní vlastnosti.....	16
3.2.3	Zařazení v osevním postupu.....	16
3.2.4	Výživa a hnojení slunečnice.....	16
3.2.5	Pěstování.....	19
3.2.6	Plevel.....	20
3.2.7	Choroby a škůdci.....	22
3.2.8	Skízeň.....	23
3.3	Základní zpracování půdy.....	24
3.3.1	Založení porostů s konvenční zpracováním půdy, technologie s orbou ..	24
3.3.2	Založení porostu s půdoochrannou technologií, technologie bez orby ...	27
3.3.3	Pásové zpracování půdy (strip tillage).....	28
4	Metodika.....	34
4.1	Charakteristika podniku a stanoviště.....	34
4.2	Agrotechnika.....	34
4.2.1	Agrotechnické operace.....	35
4.3	Metodika odběrů a pozorování.....	35
5	Výsledky.....	37
5.1	Vzcházivost a hmotnost sušiny.....	37
5.2	Hodnocení výnosotvorných prvků.....	37
5.3	Hodnocení ekonomiky.....	40
5.4	Optické hodnocení.....	40
5.5	Celkové hodnocení.....	42
6	Diskuze.....	43

7 Závěr	45
8 Seznam literatury.....	47

1 Úvod

Pěstování slunečnice roční (*Helianthus annuus* L.) zaujímá v České republice v posledních letech výměru kolem 20 tis. Hektarů a řadí se tak na čtvrté místo nejvýznamnější olejninou hned po sóje, máku a řepce. Její směr pěstování je určen především na produkci semene, které má dva hlavní užitkové směry. Nažky se využívají jako krmivo nebo krmný komponent do směsí pro ptactvo. Další využití je hlavně pro výrobu oleje, který se dále využívá pro potravinářský průmysl nebo jako surovina pro chemický průmysl. Rajonizace slunečnice spadá do nejteplejších oblastí ČR, což je jižní Morava a Polabí. V těchto oblastech je slunečnice mnohdy produktivnější než řepka ozimá a má tak díky tomu rentabilnější pěstování. Problematikou pěstování slunečnice je najít vhodnou technologii pro místa ohrožená erozí, resp. oblasti, kde jsou mírně erozně ohrožené plochy (MEO) a slunečnici jakožto plodinu zařazenou do seznamu plodin s nízkou ochranou funkcí nadále pěstovat. V blízké budoucnosti lze očekávat zpřísnování zákonů, pravidel a rozšiřování mírně erozně ohrožených ploch. Proto je důležité nacházet nové technologie pro zachování pěstování slunečnice a být více konkurenceschopnější tím, že se zachová pestrost osevních postupů a diverzifikace plodin a z nich plynoucí příjmy. Jednou z možností jak se přizpůsobit legislativě a splňovat požadavky je zavedení strip-till technologie pěstování. Tato technologie už našla v České republice uplatnění především u kukuřice a řepky. U slunečnice je to zatím neověřená technologie, kterou je třeba vyzkoušet a zhodnotit ekologické a ekomické dopady. Proto je hlavním tématem této diplomové práce strip-till a slunečnice roční.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Cíle práce

Prvním cílem práce je na základě polních experimentů prokázat vliv technologie strip till a konvenční technologie (orba) na vzcházivost semen a na strukturu porostu. Druhým cílem práce je na základě polních experimentů posoudit porovnat vliv technologie strip till a orby na výnos semen slunečnice roční.

2.2 Vědecké hypotézy

Hypotéza 1: Má změna technologie strip-till negativní vliv na vzcházivost a vývoj porostu slunečnice a výnos nažek

Hypotéza 2: Má půdoochranná technologie strip-till negativní vliv na výnos nažek slunečnice ve srovnání s orbu a ekonomický přínos

3 Literární rešerše

3.1 Slunečnice roční (*Helianthus annuus* L.)

3.1.1 Botanické zařazení

Říše	Plantae	rostliny
Oddělení	Magnoliophyta	krytosemenné
Třída	Rosopsida	dvouděložné
Řád	Asterales	hvězdnicotvaré
Čeleď	Asteraceae	hvězdnicovité
Rod	Helianthus	slunečnice
Druh	Helianthus annuus L.	Slunečnice roční

(www.biolib.cz)

3.1.2 Původ a botanická charakteristika

Slunečnice roční (*Helianthus annuus* L.) a její domestikované formy pocházejí ze Severní Ameriky. Na šesti lokalitách v severovýchodní Americe byly objeveny a analyzovány nažky a jádra. Jejich nález dle odhadu pochází z období okolo 3000 let př. n. l. (Smith, 2014).

Schneite (1997) uvádí, že se slunečnice dostala na východ Evropy v průběhu 17. století, kde se následně začalo s jejím pěstováním a jejímu většímu rozšíření do Evropy a jejímu využití jako zemědělské plodiny.

Dle Špaldoně a kol. (1982) přispělo k rychlému rozšíření pěstování slunečnice její nutriční hodnota oleje pro výživu člověka, pokroky ve šlechtění nových nízkých vysoce olejnatých odrůd, komplexní mechanizace a chemizace a využívání heteróze.

(Skalický a Novák 2017) uvádějí další druhy pěstovaných okrasných druhů slunečnic, jako např. slunečnice pozdní (*Helianthus laetiflorus*) nebo slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*).

Slunečnice roční je mohutná jednoletá hmyzosubná rostlina, jejímž plodem je jednosemenná nažka obvejcovitého tvaru s klínovou bází o velikosti 7-25 mm délky, 4-13 mm šířky a hmotnosti 0,04-0,20 g, barva nažky může být černá, bílá, šedá nebo s černobílým podélným proužkováním. Kořenový systém slunečnice je mohutný a dobře vyvinutý. Může pronikat až do hloubky 2-3 m. Je velmi silně rozvětvený a většina tenkých postranních kořenů se nachází v hloubce 0,20–0,30 m od povrchu půdy. Díky mohutnému kořenovému systému má slunečnice dobré osvojovací schopnosti přijímat živiny a vodu z větších hloubek, proto je odolnější vůči suchu a nevyžaduje přílišné hnojení. Dobře zapojený porost slunečnice vyplňuje

kořenovým systémem celý půdní profil i pěstební plochu, kde kořeny produkují značné množství kořenových výměšků, a tím dochází k půdní únavě. Lodyha slunečnice dosahuje běžně délky v rozmezí 0,40-2,5 m, je dobře olistěná. Listy slunečnice jsou dlouze řapíkaté, bez palistů. Spodní listy jsou uspořádány ve 2-3 párech, ostatní jsou střídavé. Počet listů se liší v závislosti na odrůdě, nejčastěji se pohybuje počet listů na úrovni 20 až 30 kusů na rostlině. Listy se významně podílejí na tvorbě výnosu, přesto se nepodílejí přímo na hmotnosti nažek a jejich počtu. Důležité je, aby listy a jejich konečná velikost byla dosažena co nejdříve a jejich fotosyntetická aktivita byla co nejdelší (Málek et al. 2013).

Pasda a Diepenbrock (1990) uvádějí, že se listová plocha od kvetení rychle zmenšuje, proto je cílem udržet co nejdéle listovou plochu, protože asimiláty pro tvorbu nažek vznikají hlavně z probíhající fotosyntézy a méně redistribucí z vegetativních částí rostliny.

Lodyha i listy jsou heliotropní, v období mezi založením poupěte a začátkem kvetení se lodyha svým vrcholem otáčí za sluncem. Ráno směřuje na východ, přes den sleduje pohyb slunce a večer je otočena na západ. Na začátku kvetení tento pohyb ustává. Rozkvetlé úbory jsou definitivně nakloněny ve směru, z něhož vyhází slunce. U raných odrůd je to jihovýchod a u pozdních na východ. Existují výjimky v porostu, které na to nereagují, a některé linie, které jsou otočeny trvale opačně, tj. na západ (Vandenbrink et al. 2014).

Květy jsou uspořádány v úboru, jehož průměr je 0,05 až 0,75 m, nejčastěji bývá 0,15-0,25 m. Po obvodu úboru jsou střechově uspořádány zelené listeny zákrovu. Slunečnice vytváří dva typy květů. Ve středu úboru se nacházejí oboupohlavní trubkovité květy, kterých je 500 až 3000. Po obvodu úboru se nacházejí bezpohlavní jazykovité květy, jejich počet se pohybuje mezi 30-70 (Schneider 1997).

Podle Málka et al. (2013) rozlišujeme růstové fáze slunečnice do pěti základních růstových fází.

Fáze vzházení: Fáze A (A0-A2), tato fáze odpovídá BBCH 01-09, jedná se o fázi klíčení a vzházení, která trvá 7-20 dní.

Fáze výhradního vegetativního růstu: Fáze B (B1-B4), tato fáze odpovídá BBCH 10-39, jedná se o vývoj děložních listů až prodlužovací růst. Tato fáze trvá přibližně 30-35 dnů a dochází k nejintenzivnějšímu růstu kořenového systému.

Fáze hvězdičky: Fáze E (E1-E5), tato fáze odpovídá BBCH 51-59, kde je viditelné květenství mezi nejmladšími lístky, až po náznak kvítků viditelný v uzavřeném květenství. Tato fáze trvá přibližně 25-30 dnů a dochází v ní k intenzivnímu růstu nadzemních vegetativních orgánů, kdy během této fáze dosahuje listová plocha a její fotosyntetická aktivita i kořenový systém maximální velikosti.

Fáze kvetení: Fáze F (F1-F4), tato fáze odpovídá BBCH 61-69, disk kvítků viditelný až konec kvetení. V této fázi jsou okvětní plátky suché nebo odpadly. Pro její začátek je nutné splnění sumy teplot 800-900 °C. Kvetení porostu trvá 15-20 dnů, jednotlivých rostlin potom 8-10 dnů. Růst vegetativních částí se snižuje, úbor se intenzivně podílí na fotosyntéze.

Fáze tvorby nažek a zrání: Fáze M (M0-M4), tato fáze odpovídá BBCH 70-80-90, vývoj nažek, zrání až dozrávání a sklizňová zralost. Dochází ke tvorbě zásobních látek a redistribuci asimilátů z listů a lodyh do nažek.

3.1.3 Význam a využití slunečnice

Málek et al. (2013) uvádí, že slunečnice byla postupně prošlechtěna do několika forem, které se dělí na základní tři typy.

1. Semenná forma

Olejný typ - celosvětově nejrozšířenější typ slunečnice určený pro produkci nažek. Tato skupina hybridů se nazývá „high oleic“ nebo „HO“. Využití nachází v potravinářském, kosmetickém a chemickém průmyslu.

Cukrářský typ - nažky z tohoto typu slunečnice se využívají především v potravinářském průmyslu. Typ této slunečnice je méně rozšířený.

2. Silážní forma - dnes už nevyužívaná forma. Charakteristickým znakem je dlouhá lodyha. Využití bylo dříve pro výrobu siláže.

3. Okrasná forma - okrasné formy nacházejí uplatnění ve floristice a zahradnictví.

3.1.4 Pěstování slunečnice v ČR a ve světě

Slunečnice je čtvrtá celosvětově nejpěstovanější olejnina hned po sojových bobech, řepkovém semeni a bavlníkovém semeni. Její rozloha se dlouhodobě pohybuje na úrovni 25 milionu hektarů. Největší plochy slunečnice jsou v Rusku a na Ukrajině, v roce 2017 bylo oseto v Rusku 7,4 mil. hektarů a na Ukrajině 6,3 mil. hektarů. Z mimoevropských zemí je největší pěstitel Argentina s plochou 1,6 mil. ha a Čína s rozlohou kolem 1 mil. hektarů. V Evropské unii čítá rozloha slunečnice kolem 4 mil. hektarů. V EU jsou největšími pěstiteli Rumunsko, Maďarsko a Bulharsko (Málek 2022).

V USA je slunečnice brána jako významná olejnina a ročně je pěstována přibližně na 1 mil. ha (Dorrell et al. 1997).

Světová produkce nažek v roce 2016 byla 49 mil. tun, největší podíl s vyprodukovanými 14,7 mil. tunami měla Ukrajina a v druhé řadě Rusko s produkcí 8,4 mil. tun nažek. V Evropské unii se vyprodukovalo 8,4 mil. tun slunečnicových nažek. V České republice byla plocha osetá slunečnicí v roce 2022 na úrovni 22 845 ha s produkcí 60 710 t nažek (Málek 2022).

Tab. 1: Oseté plochy, výnos a celková produkce za období 2000-2022 (Málek 2022).

Kraj	2021 (ha)	2022 (ha)	pokles/nárůst (ha)
Hl. m. Praha	5	5	0
Středočeský	1966	2680	714
Jihočeský	149	129	-20
Plzeňský	461	715	254
Karlovarský	17	112	95
Ústecký	988	1363	375
Liberecký	1	5	4
Královéhradecký	213	464	251
Pardubický	515	617	102
Čechy	4314	6090	1776
Vysočina	58	73	15
Jihomoravský	12676	14983	2307
Olomoucký	372	272	-100
Zlínský	487	1016	529
Moravskoslezský	74	51	-23
Morava	13667	16395	2728
Česká republika	17981	22845	4504

Vývoj osevních ploch během posledních 20 let zaznamenal rozpětí od 11 274 ha do 48 706 ha (ČSÚ 2022).

Tab. 2: Vývoj osevních ploch, výnos a celková produkce slunečnice v ČR (2000-2022) (Málek 2022).

Rok	Plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce celkem (t)
2000	30 549	2,14	65 421
2001	28 658	1,99	57 029
2002	24 242	2,25	54 544
2003	48 706	2,35	114 508
2004	39 393	2,16	84 906
2005	39 648	2,39	94 820
2006	47 071	2,15	100 973
2007	24 426	2,13	52 027
2008	24 468	2,49	60 933
2009	25 621	2,38	61 031
2010	27 172	2,11	57 358
2011	28 554	2,48	70 900
2012	24 634	2,31	56 943
2013	21 276	2,20	46 799
2014	18 607	2,27	42 314
2015	14 450	2,05	31 618
2016	15 648	2,85	44 634
2017	21 601	2,46	53 156
2018	20 202	2,36	47 594
2019	11 825	2,44	28 811
2020	11 274	2,58	29 095
2021	17 981	2,90	52 118
2022	22 845	2,70	60 710

3.2 Agrotechnika

3.2.1 Nároky na prostředí

Špaldon et al. (1982) uvádějí, že slunečnice je teplomilná rostlina, má vysoké nároky na dostatek světla a vláhy. Slunečnice je plastická a dobře se přizpůsobuje i podmínkám v polohách s nižším tepelným režimem nebo vyšší letní teplotou a nižším množstvím srážek na jaře a v létě.

Množství světelného záření ovlivňuje úroveň fotosyntézy podstatně výrazněji než teplota a zásobenění půdy vodou (Hejnák 2010), což umožňuje rozšiřování slunečnice do nejteplejších oblastí. Největší výkon fotosyntézy závisí na velikosti a stáří listového aparátu. Maximální velikosti listů je dosahováno 50-90 dnů po vzejití (Málek et al. 2013).

Nároky na optimální teplotu na klíčení jsou na úrovni 8-10 °C. Slunečnice dokáže klíčit již při teplotě 4 °C. Na teplotě půdy závisí rychlost vzcházení slunečnice. Při teplotě půdy 8 °C vzchází po 15-20 dnech po zasetí, při teplotě půdy 12 °C se doba vzcházení zkracuje na 13-19 dní. Všechny rostlinky snášejí mírné mrazíky až do -6 °C. Při větších výkyvech nízkých teplot se mohou rostliny větvit, a vzniká tak nevyrovnaný porost, který je více náchylný na poškození škůdci a méně odolný houbovým chorobám. Největší nároky na teplo má slunečnice v období tvorby úboru, v tomto období vyžaduje teplotu 15 – 18 °C, některé odrůdy až 20-25°C. Slunečnice je citlivá na nízké teploty v období kvetení, kdy poškození může nastat již při teplotách -1 až -2°C (Špaldon et al. 1982).

Slunečnice relativně snáší průsuškové období a dokáže díky velkému kořenovému systému přijímat vodu z větších hloubek. Slunečnice dovede dobře hospodařit s vodou v období sucha. Obecně je však náročnou plodinou na celkové množství vody, protože má oproti jiným plodinám vysoký transpirační koeficient, k vytvoření 1 g sušiny spotřebuje 580 g vody. V porovnání s C4 rostlinami, kde je spotřeba vody pro vytvoření 1 g sušiny téměř poloviční, např. čirok spotřebuje 200-300 g vody na 1 g sušiny nebo kukuřice, kde je spotřeba 300-400 g vody na 1 g sušiny. Nároky na sumu srážek za vegetaci jsou na relativně nízké úrovni, a to ve výši 450-500 mm (Baranyk et al. 2010).

Baranyk et al. (2010) rozdělují podle teplotních podmínek a úhrnu srážek pěstování slunečnice do dvou základních oblastí a oblasti okrajové, které se dále dělí na 3 podtypy:

1. Teplejší oblast - odpovídá KVT (kukuřičnému výrobnímu typu)
2. Chladnější oblast - odpovídá ŘVT (řepařskému výrobnímu typu)
3. Okrajová oblast - odpovídá BVT (bramborářskému výrobnímu typu), jedná se o oblast s průměrnou roční teplotou min. 7,8°C a nadmořskou výškou do 450 m. n. m.

Málek et al. (2013) uvádějí, že větší nároky na množství vody jsou v období prvních 30 dnů vegetace, potom 15-20 dnů před květem a 10-15 dnů po odkvětu. Naopak velmi deštivé počasí v době kvetení má negativní vliv na opylení, a tím snižuje tvorbu nažek. Stejně je nežádoucí deštivé počasí v době zrání, kde je větším rizikem zvýšená náchylnost na tvorbu houbových chorob.

3.2.2 Nároky na půdní vlastnosti

Pro slunečnici jsou vhodné hluboké, záhřevné a humózní typy černozemních a hnědozemních půd s dobrou zásobou živin s půdní reakcí pH 6-7,2. Nejlepší výnosy poskytuje na půdách, které jsou strukturní, biologicky aktivní a bohaté na organickou hmotu. Nevhodné je pěstování na půdách kyselých s pH pod 5,5, zasolených, zamokřených, studených a se špatnou půdní strukturou (Barnyk et al. 2010).

Při výběru pozemku vyhovují slunečnici nejlépe pozemky otevřené, rovinatého charakteru s mírnou svažítostí s orientací na jih a jihozápad. Naopak z důvodu pomalého a nevyrovnaného vzcházení nejsou vhodné pozemky orientované na sever. Pozemky, které jsou uzavřené, v údolí nebo blízko rybníků a na lokalitách, kde je přirozeně vlhčí mikroklima trpí více na houbové choroby. Stejně tak nejsou úplně vhodné pozemky v blízkosti lesů, kde hrozí poškození porostů zajíci v počátečním růstu nebo poškození divokými prasaty v pozdější fázi vegetace a v blízkosti měst, kde je riziko poškození ptactvem, především holubi, které se krmí zralými nažkami (Málek et al. 2013).

3.2.3 Zařazení v osevním postupu

Slunečnice se využívá jako přerušovač obilních sledů, vhodné je zařazení po hustě setých obilninách nebo kukuřici. V případě zařazení organického hnojení v osevním postupu je nejlépe zařadit slunečnici do druhé trati. Nevhodné předplodiny pro slunečnici jsou řepka, sója, vojtěška. Důrazně by se mělo dbát na dostatečný rozestup mezi řepkou a slunečnicí, doporučení je minimálně 3 roky, ideální odstup je 5 let. Ještě delší doporučení pěstovat slunečnici po sobě, zde je minimum 6 let, ideální odstup potom 8 let. Slunečnice odčerpává značné množství živin během vegetace a při kratším intervalu zařazení může nastat výnosová deprese (Baranyk et al. 2010).

3.2.4 Výživa a hnojení slunečnice

Vaněk et al. (2016) uvádějí, že z hlediska výživy a hnojení patří slunečnice jako plodina náročná na živiny.

Špaldon et al. (1982) uvádějí, že slunečnice spotřebuje za období vegetace mnoho živin, proto je třeba upravit hnojení podle předplodiny a obsahu živin v půdě. Při nedostatku živin odčerpává mohutná kořenová soustava slunečnice živiny ze spodnějších částí ornice, což má za následek ochuzování půdy o živiny a dochází tak k značnému vyčerpání živin, což má negativní vliv pro následující plodiny.

Vaněk et al. (2016) poukazují na skutečnost, že slunečnice čerpá živiny z hlubších půdních horizontů a tím dochází k většímu vyčerpání živin, ale zároveň uvádí do koloběhu i ty živiny, které nejsou ostatní rostliny díky svému kořenovému systému schopny využívat. Živiny přijaté z větších hloubek následně rostlina slunečnice zanechá ve své biomase, ať už v nadzemní nebo v podzemní části. Jedná se o tzv. vynášení živin z větších hloubek a tím k obohacení vrchního půdního profilu některými prvky zejména K.

Slunečnice do období květu přijme velké množství draslíku a dusíku, zvláště příjem K je značný, což zajišťuje dostatečnou tvorbu biomasy a tím i potřebnou fotosyntézu. K a N se výrazně podílí na růstu květu a pod odkvětu ještě na růstu úboru, dále draslík příznivě působí na pevnost stonku a zvyšuje odolnost proti suchu a houbovým chorobám a rozhoduje o olejnatosti. K přijímá slunečnice i z méně přístupných forem. Nedostatek draslíku se projevuje žloutnutí listů od okrajů, pletivo postupně odumírá a list hnědne. Průměrná potřeba živin na 1 t vyprodukovaných nažek je 95 kg K (Málek et al. 2013).

Je důležité, aby na pozemku bylo dostatečné množství dusíku pro správný růst všech nažek v úboru. Rovnoměrné zásobování rostlin N ovlivňuje celkový růst rostlin, velikost úborů a počet diferencovaných květů v úborech a s tím související počet nažek a jejich hmotnost. Odběrový normativ N se uvádí nejčastěji ve výši 50 kg N/t, v tabulce č. 3 je uvedeno porovnání odběrů makroprvků dle jednotlivých autorů, největší rozdíly jsou u odběru N a to v rozmezí od 37 do 60 kg N/t, dle Özer et al. (2004).

Tab. 3: Porovnání odběrů živin dle jednotlivých autorů (Vaněk et al. 2013).

Tab. 11/9 – Odběr živin slunečnicí na 1 t nažek a odpovídající množství nadzemní hmoty (kg/t nažek)

Zdroj	N	P	K	Ca	Mg	S
World Fertilizer Use Manual (1992)	37	11	91	43	12	–
Zobiole et al. (2010)	50	8	95	39	14	8
Kovačik et Galliková (2012)	56	10	155	72	30	15
Fecencko et Ložek (2000)	60	10	120	60	–	–

Zdroj: Vaněk et al. (2013)

Zubillaga et al. (2002) sledoval v letech 1997 až 1999 v Argentině vliv hnojení fosforem a dusíkem na různých úrovních a interakci mezi těmito prvky a došel k závěru, že aplikace fosforu zvýšila účinnost dusíkatého hnojení.

V Argentině zkoumal Ruffo et al. (2007) ve dvouleté studii vliv pěti různých aplikovaných dávek dusíku (0, 25, 50, 100 a 200 kg) na výnos slunečnice. Aplikace byla provedena ve fázi šesti listů. Bylo zjištěno, že pozitivně reagoval na dusík výnos nažek a oleje, ale N neměl vliv na olejnatost. Ze studie vyšlo, že potřeba N na 1 tunu nažek vychází na 47 kg čistých živin (dodávka živin ve hnojivu a minerální dusík v půdě) a pro dosažení maximálního výnosu byl příjem na úrovni 150 kg N/ha. Ve studii sledovali také využití příjmu dusíku z hnojiva, který se pohyboval na úrovni 59 % dodaného hnojiva. V celkovém výsledku vyšlo, že pro dosažení maximálního množství výnosu bylo potřeba dodat 231 kg N/ha.

Špaldon et al. (1982) zjistili, že se nejlépe osvědčilo hnojení dusíkem dávkou 90 kg/N, dávky nad 90 kg N naopak snižovaly výnos a olejnatost semen, což dokládá tabulka č. 4.

Tab. 4: Vliv rostoucích dávek na výnos nažek slunečnice (Špaldon et al. 1982).

Hnojení N + P + K (kg/ha)	Výnos nažek		Obsah oleje v %	Výnos oleje	
	t/ha	%		t/ha	%
Nehnojené	0,786	100,0	62,8	0,384	100,0
0 +20+230	1,040	132,0	64,5	0,524	134,0
40+0+230	1,470	187,0	64,1	0,720	188,0
60+20+230	1,790	228,0	64,0	0,861	224,0
90+20+230	2,550	324,0	61,3	1,160	302,0
110+20+230	2,290	291,0	59,9	0,995	259,0

Dalším důležitým makroprvkem je fosfor, který je důležitý téměř po celou dobu vegetace a je dobrým předpokladem dobrých výnosů. Ovlivňuje založení větších úborů a více kvítků v úborech. V začátcích vegetace je jeho odběr nízký, ale postupně se zvyšuje. K největšímu odběru fosforu dochází v období kvetení slunečnice, kdy je přijmuto přibližně 60-70 % celkového odběru za vegetaci (Vaněk et al. 2016).

Dle Málka et al. (2013) v době sklizně pouze 10 % z celkového P v lodyze a listech a až 75 % v úboru a nažkách. Odběr P na produkci 1 t nažek je 13 kg (30 kg P₂O₅). Při nedostatečné výživě P se zakládají menší úbory a nižší nasazení kvítků. Poměrně náročná je slunečnice taky na vápník, ten příznivě působí na růst kořenů a kořenového vlášení, stabilizuje buněčné membrány a stěny buněk. Jeho průměrná potřeba na 1 t produkce nažek je 27 kg (38 kg CaO). Slunečnice ho potřebuje po celou dobu vegetace.

Hořčík jehož průměrná potřeba na 1 t produkce nažek je ve výši 27 kg (45 kg MgO) je makroprvek, který je neméně důležitý při vyvážené výživě slunečnice. Hořčík je základním stavebním kamenem chlorofylu, je důležitý pro tvorbu biomasy a růstu kořenů. Ve slunečnici je obsah hořčíku nejvyšší ve stoncích, což je pozitivní pro jeho nízký export z pole. Cíl výzkumu v letech 2009-2010, který probíhal v Turecku, ukázal pro zajitění maximálního výnosu nažek potřebu dodat 40 kg Mg/ha (Ertifik a Zengin 2016).

Slunečnice je stejně jako každá olejnina relativně náročná na síru, jejíž celková průměrná potřeba na produkci 1 t nažek je 13 kg. Síra je důležitá pro syntézu bílkovin, pozitivně působí na tvorbu oleje, respektive na výnos a olejnatost nažek. Nedostatek síry se u rostlin obecně projevuje žloutnutím listu na mladších listech a při trvalém nedostatku žloutnou listy starší ve spodní části.

Aplikací mikroprvků (Fe, Mn, Zn, B a Cu) během vegetace je pro slunečnici přínosné (Farzanian 2010.)

3.2.5 Pěstování

Pěstování

Založení porostu by měl předcházet správný výběr hybridu, který by by měl odpovídat konečnému zpracování (potravinářský, na výrobu oleje, krmný komponent do směsí pro ptactvo), dále podle oblasti pěstování (ranost hybridu) a podle požadavků na prostředí (intenzita pěstování). Mezi hybridy můžou být významné výnosové rozdíly, které mohou mít příčinu v (Málek et al. 2013):

- 1) v plasticitě do daných půdně klimatických podmínek
- 2) adaptabilitě vůči stresovým podmínkám během vegetace
- 3) odolnosti nebo toleranci vůči houbovým chorobám

Podle pěstované výměry slunečnice v podniku je doporučeno zvolit více hybridů na:

- 1) do 50 ha - 2 hybridy
- 2) do 100 ha - 2 - 3 hybridy
- 3) nad 100 ha - 3 a více hybridů

Baranyk et al. (2010) doporučuje k výběru hybridu slunečnice hodnotit směr produkce a ranost hybridu.

Setí

Termín setí se řídí podle půdně-klimatických podmínek. V podmínkách ČR je termín od konce března do konce dubna, z čehož vycházejí tři různé hlavní termíny setí.

Raný výsev (třetí dekáda března až první dekáda dubna), tento výsev je vhodný zejména pro nejteplejší oblasti s lehkými písčitými půdami s cílem uspořit a využít co nejvíce zimní vláhy. Je zde riziko poškození vzcházejících porostů jarními mrazy a setí do příliš studené půdy.

Normální výsev (druhá dekáda dubna), nejvhodnější termín pro setí ve většině oblastech. Většinou bývají nejvhodnější podmínky pro jednotné a rychlé vzcházení porostů.

Pozdní výsev (třetí dekáda dubna až začátek května), tento termín je považován za výjimečný, může nastat snížení výnosu a nerovnoměrné vzcházení. Je vhodné pro tento termín vybírat velmi rané hybridy.

Rozdíly ve výnosu mezi raným a pozdním setím můžou činit 0,1-0,5 t/ha (v nepříznivých podmínkách, především za sucha i více) ve výnosu (Málek et al. 2013).

Setí by mělo probíhat do hloubky 60-70 mm v případě setí na lehkých půdách a 30-50 mm na půdách těžkých a utužených. Zvolená hloubka závisí na velikosti a kvalitě osiva a vlhkosti půdy v oblasti seťového lůžka. Meziřádková vzdálenost je nejčastěji 0,45-0,70-0,75 m. Vzdálenost semen v řádku je v rozmezí 0,20-0,27 m.

Vliv meziřádkové vzdálenosti a počet vysetých semen na výnos nažek sledoval Ion et al. (2015) při polních pokusech v Rumunsku v letech 2003-2004 a došel k závěru, že nejlepší rozteč řádku byla 0,75 m a hustota 70 tis. rostlin/ha a také se stoupající hustotou klesala velikost úboru a počet nažek.

Vliv hustoty na výnosotvorné prvky sledoval u pěti hybridů slunečnice v letech 2010-2011 Ibrahim (2012) a došel k závěru, kdy hustotou lze ovlivňovat výšku rostlin, plochu listové

plochy, HTN, olejnatost, výnos nažek a oleje. V této studii vyšla nejlépe varianta s hustotou 75 tis. rostlin/ha.

Hustota 8 rostlin/m² a setí v systému twin row (dvojitý řádek) zachytila díky rozložení rostlin nejvíce slunečního záření a poskytla nejvyšší výnos (Zarea et al. 2005).

Allam et al. (2003) ve svých studiích dosáhl nejlepšího výsledku výnosu nažek při vyšší hustotě rostlin a pozoroval inerkaci hustoty rostlin na výnosvotvorné prvky spolu s datem setí, kdy nejvyššího výnosu bylo dosaženo v dřívějším datu setí a zároveň vyšší hustotě rostlin na hektar.

Málek et al. (2013) uvádí, že se výsevek pohybuje nejčastěji v rozmezí 65 až 75 000 jedinců na hektar, při volbě výše výsevku je třeba zohlednit a řídit se:

- vybraným hybridem,
- meziřádkovou vzdáleností,
- pozemkem (na lehčích a méně úrodných půdách je lepší volit počet vysetých nažek na spodní hranici),
- rizikem možného poškození porostu (herbicidy, zvěř, ptáci),
- polní vzházivostí (předpoklad podle podmínek stanoviště).

Baranyk et al. (2010) uvádí, že se v České republice pohybuje výlevek nejčastěji okolo 70 000 nažek na hektar. V běžných podmínkách je počet vzešlých jedinců v průměru o 8 - 18 % nižší než je skutečně vyseté množství osiva, což může znamenat počet rostlin ke sklizni v rozmezí 57 500 až 64 400 jedinců. Tabulka č. 5 udává možné ztráty na výnose ve vztahu k nevyrovnanému porostu.

Tab. 5: Vliv hustoty a vyrovnanosti porostu na výnos slunečnice (Zdroj: Baranyk et al. (2010)).

Stav porostu	nevyrovnaný			vyrovnaný	
Počet vysetých nažek na ha	50000	50000	75000	55000	75000
Počet vzešlých nažek na ha	20000	35000	50000	50000	65000
Výnosové ztráty na kontrolu (t/ha)	1,2-1,4	0,1-0,7	0-0,4	0-0,3	0

3.2.6 Plevel

Plevelné spektrum slunečnice je obdobné jako u kukuřice. Problematické jsou především vytrvalé dvouděložné plevele zejména ty z čeledi hvězdnicovitých, hlavně pcháč rolní, mléč rolní, pelyněk černobíl (Mikulka 2014).

Nejvýznamnější plevele jsou pozdní jarní plevele, které mají se slunečnicí stejnou bionomii, nejvíce merlík bílý, laskavec ohnutý, ježatá kuří noha. Mohou být také rdesna, béry, lilky, durmany, bažanta roční, mračňák Theophrastův, oves hluchý, plevelné prosa (Jursík et al. 2020).

Chemické ošetření u slunečnice se dělí na tyto možnosti:

Preemergentní (PRE)

Pro tento způsob aplikace se používají různé úč. látky v sólo přípravcích nebo jejich kombinace. Účinné látky a jejich obchodní názvy: *dimethenamid-P* (Outlook, Campus), *flurochloridone* (Racer 25 EC), *pendimethalin* (Sharpen 33 EC, Stomp 400 SC, Stomp Aqua, Pendifin 400 SC, Pendolin), *aclonifen* (Bandur, Chanon), *pethoxamid* (Succesor 600, Somero, Quantum), *pendimethalin + dimethenamid-P* (Wing-P), *S-metolachlor* (Dual Gold 960 EC, Efica 960 EC) (Beiermann et al. 2022).

Postemergentní (POST)

HT Technologie (Herbicide tolerant) = technologie tolerance plodin k herbicidům. Tato technologie je založená na vysoké selektivě používaných herbicidů, které mají široké spektrum účinnosti na plevelné spektrum. Rostliny jsou tolerantní k herbicidům ze skupiny ALS inhibitorů a inhibitorů ACCasy. Tato tolerance byla vytvořena šlechtěním. U jiných technologií, kde se využívá tolerance k úč. látkám *glyfosát* nebo *glufosinate NH4* je možné jen pomocí použití pouze genetické modifikace (GM plodiny), které nejsou v Evropě povoleny (Jursík et al. 2018; Benbrook 2016).

ClearField technologie

Při této technologii jsou hybridy slunečnice tolerantní vůči herbicidům s úč. látkou *imazamox*, která patří do herbicidní skupiny ALS inhibitory a do chemické skupiny imidazolinu. Herbicidy s touto úč. látkou jsou prodávány pod obchodními názvy Pulsar 40, Pulsar Plus, Listego, Listego Plus, Masa 4% SL, jedná se o použití jedné účinné látky s odlišnou koncentrací v litru. Hybridy slunečnice tolerantní k této účinné látce mají označení CL nebo CLP (Kaya 2013).

ExpressSun technologie

Při této technologii je využívána tolerance rostlin vůči úč. látce *tribenuron-methyl*, který patří také do herbicidní skupiny ALS inhibitory, ale zařazen je v chemické skupině sulfonylmočoviny. Jediný herbicid registrovaný v ČR do slunečnice s úč. látkou *tribenuron-methyl* se prodává pod obchodním názvem Express 50 SX. Slunečnice tolerantní k tomuto herbicidu nesou označení Express (Bozic et al. 2012).

Graminicity

Další skupinou herbicidních přípravků řadící se k postemergentnímu ošetření jsou graminicity. Jsou to herbicidy určeny pro likvidaci trávovitých plevelů. V České republice jsou registrovány tyto účinné látky s těmito obchodními značkami *propaquizafop* (Agil 100 EC, Zetrola), *fluazifop-P-butyl* (Fusilade Forte 150 EC), *quizalafop-P-ethyl* (Gallant, Gramin. Gobi), *quizalafop-P-tefuryl* (Panarex, Pantera QT), *cycloxydim* (Stratos Ultra) (Jursík et al. 2018).

3.2.7 Choroby a škůdci

Kazda et al. (2010) uvádí, že slunečnice je poškozována řadou houbových chorob, které v příznivých letech pro jejich rozvoj mohou mít velký hospodářský význam oproti několika druhům živočišných škůdců, kdy jejich poškození je většinou menší, než poškození houbovými chorobami.

S podobným názorem se shoduje i Markell et al. (2015), který konstatuje, že slunečnice je hostitelem více jak 30 patogenů, ale konkrétní choroby se liší podle oblasti pěstování a nejčastěji jsou to choroby níže uvedené.

Podle Baranyka et al. (2010) je jako u většiny polních plodin i u slunečnice, ochrana proti chorobám přímá a nepřímá. Přímá ochrana spočívá v použití fungicidů a nepřímá ochrana je hlavně ve správné agrotechnice, výběru odolnější odrůdy, dodržování osevních postupů a především dostatečného odstupu, kvalitnímu zpracování půdy a vlastnímu setí.

Málek et al. (2013) rozděluje choroby slunečnice z hlediska důležitosti na 2 skupiny.

1. Skupina – choroby, které způsobují oslabení rostliny omezením asimilující listové plochy nebo omezením správné funkce fyziologické činnosti buněk produkci mykotoxinů. Do této skupiny řadí:

- Padlí slunečnice
- Rzivost listů
- Alternáriovou skvrnitost listů slunečnice
- Septoriovou skvrnitost listů slunečnice

2. Skupina – choroby s ničivým účinkem, ty jsou charakterizovány ničením kořenů, vodivých cest, stonku rostliny a způsobují nouzové dozrávání rostlin, popřípadě úboru (mimo bílé hniloby i rhizopusové trouchnivění úborů). V této skupině jsou podle současné škodlivosti v České republice vzestupně seřazeny choroby ničící stonek:

- Červenohnědá skvrnitost (Phomopsisová hnědá rakovina stonku)
- Popelavá hniloba stonku (stříbřitost stonku)
- Alternáriová hniloba stonku
- Šedá plísňovitost (plíseň šedá)
- Verticiliové vadnutí
- Plíseň slunečnice
- Fomové černání stonku
- Bílá sklerociová hniloba slunečnice

Baranyk et al. (2010) rozděluje choroby slunečnice podle požadavků na klimatické podmínky.

Vlhkomilné choroby - infekce může probíhat celou dobu vývoje slunečnice a jejich rozvoj je podmíněn déle trvajícím ovlhčením rostliny

- hlízka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- plíseň šedá (*Botrytis cinerea*, *Botryotinia fuckelina*)
- fómové černání stonku slunečnice (*Leptosphaeria linguisti*, *Phoma macdonaldii*)
- verticiliové vadnutí (*Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. longisporum*)
- alternáriová skvrnitost (*Alternaria helianthi* a *Alternaria alternata*)
- plíseň slunečnice (*Plasmophara halstedii*)
- septoriová skvrnitost (*Septoria helianthi*)

Suchomilné choroby - infekce probíhá v období déle trvajících přísušků v období květu následovaným vydatnými srážkami.

- stříbřitost stonků - popelavá hniloba (*Macrophomina phaseolina*)

Teplomilné choroby - infekce probíhá za vyšších teplot, především v období květu slunečnice (červenec) a následně je důležité ovlhčení povrchu rostliny na inkubační dobu chorob

- červenohnědá skvrnitost stonků (*Diaporthe helianthi* – *Phomopsis helianthi*)
- rez - rzivost (*Puccinia helianthi*)
- padlí slunečnice (*Erysiphe cichoracearum*)

Bakteriální choroby

- Bakteriální vadnutí (*Pseudomonas solanaceum*)
- Nádorovitost kořenů (*Agrobacterium tumefaciens*)
- Ewiniová hniloba stonků a úborů (*Erwinia carotovora* subs. *Carotovora/Atroseptica*)

Škůdci

Poškození slunečnice nenabývá takového rozsahu jako poškození houbovými chorobami. Poškození škůdci může mít za následek napadení rostliny houbovými chorobami. Intenzita napadení je závislá na ročníku, průběhu počasí, výskytu škůdců a na stanovišti (Kazda et al. 2018).

3.2.8 Sklizeň

Sklizňová zralost nastává v podmínkách České republiky přibližně 40 - 45 dnů po odkvětu slunečnice. Obvykle se slunečnice sklízí od druhé dekády srpna do konce září, ve vlhčích podmínkách do konce října (Málek et al. 2013).

Optimální termín sklizně se určuje podle stavu vrchní poloviny rostliny, hlavně úboru a stonku, kde je patrné, že spodní část úboru mění barvu ze žluté na hnědou, listy báze a středu lodyhy jsou suché, zbytky kvítků opadávají a lodyha přechází ze zelené barvy na světlé béžovou (Baranyk et al. 2010).

Sklizeň je přímá sklízecími mlátičkami, které jsou vybavené speciálními adaptéry pro sklizeň slunečnice eliminující ztráty.

Po sklizni má posklizňové zpracování tři hlavní zásady předčištění, sušení a dočištění Ali et al. (2020).

3.3 Základní zpracování půdy

Patří mezi nejdůležitější agrotechnická opatření, kterými upravujeme půdní prostředí rostlin a v procesu pěstování rostlin zaujímá tento faktor velmi významné postavení (Teksl, 1999).

Škoda (1998) řadí do zpracování půdy veškeré mechanické zásahy, které v půdě ovlivňují:

- hospodaření s půdní vláhou a vzdušný režim,
- rozvoj půdních mikrobů aerobních, důležitých pro mineralizaci živin,
- humifikaci půdy,
- rozvoj chorob a škůdců.

Hůla (2010) dělí způsoby zpracování půdy do těchto skupin:

- Technologie s orbou (konvenční zpracování půdy)
- Technologie bez orby (minimalizační zpracování půdy)
- Minimalizace s kypřením do malé hloubky
- Půdoochranné zpracování půdy
- Přímé setí (setí do nezpracované půdy)

Zároveň také konstatuje, že existují výjimky z tohoto rozdělení, a to takové, kdy půdoochrannou technologii mohou plnit i technologie s orbou, např. při setí kukuřice, slunečnice a cukrové řepy do vymrzající meziplodiny, která byla zaseta po orbě na konci léta. Podmínkou ale zůstává, aby meziplodina vytvořila dostatek biomasy.

Pro založení porostů slunečnice roční lze volit z několika dnes používaných variant, nejčastěji se používají tyto dva způsoby:

1. Založení porostů s klasickým zpracováním půdy, technologie s orbou
2. Založení porostu s půdoochrannou technologií, technologie bez orby (Hůla a Procházková 2008).

3.3.1 Založení porostů s konvenčním zpracováním půdy, technologie s orbou

Toto tradiční a nejdéle používané založení porostu slunečnice spočívá především v použití základního zpracování půdy, do kterého náleží podmínka, orba, prohlubování,

podrývání, hloubkové kypření a podzimní úprava naorané půdy, pro založení slunečnice je tradiční zpracování půdy rozděleno do 3 fází (Škoda 1998).

1. Podmítka je mělké zpracování půdy, které se provádí ihned po sklizni předplodiny, z důvodu úspory půdní vláhy, podmítka je dále důležitá kvůli provzdušnění půdy, ničení vzešlých plevelů, tlumení rozvoje chorob a škůdců a urychlení mineralizace organických látek, podpora biologické činnosti půdy a zlepšení zpracovatelnosti půdy. Hloubka podmítky se volí podle vlhkostních a teplotních podmínek, zaplevelení půdy, množství posklizňových zbytků a stavu pozemku (např. hluboké koleje atd.). Podmítka lze dělit podle hloubky na mělkou 0,06-0,08 m, střední 0,08-0,12 m a hloubkou 0,12-0,15m. Mělká podmítka se využívá v humidnějších oblastech (BVO), střední hloubka podmítky se volí v oblastech s vyrovnanými srážkami s ohledem na výpar (ŘVO), hluboká podmítka se využívá za suchých oblastech (KVO) a ročnicích. Provádí se podmítacími pluhy, diskovými (talířovými) nebo radličkovými podmítači. Kvalitně provedená podmítka je dána jejím včasným provedením, stejnoměrnou hloubkou, urovnaností povrchu a minimem vynechávek (Křen et al. 2015).

2. Orba je základním opatřením zpracování půdy, které má rozhodující vliv na celkový stav půdy, tj. ovlivňuje fyzikální, chemický a biologický stav půdy. Orbou, jejíž podstatou je pluhem odříznutá skýva, která je obrácena, proto jsou koloidní částice a živiny vynášeny ze spodních vrstev na povrch. Orba díky nakypření ornice zvyšuje pórovitost půdy a dochází tak ke zvýšení provzdušnění půdy. Při orbě dochází k zaklopení posklizňových zbytků, což má příznivý fyto-sanitární efekt, orbou jsou ničeny vzešlé plevele jednoleté i vytrvalé. Správně provedená orba má půdu dostatečně promísit, nakypřit, obrátit, rozdrobit, zapravit statková hnojiva a organické zbytky (Škoda 1998).

Orba velmi dobře funguje jako fyto-sanitární opatření, především díky zaklopení rostlinných zbytků a přerušení životního cyklu některých houbových patogenů, které pro slunečnici velmi rizikové a působí v porostech každoročně velké hospodářské škody především bílá hniloba slunečnice (*Sclerotinia sclerotiorum*), Plíseň šedá (*Botrytis cinerea*, *Botryotinia fuckelina*) a Fómové černání stonku slunečnice (*Leptosphaeria linguisti*, *Phoma macdonaldii*) (Spor 1991).

Orba, jako nepřímá ochrana vůči rozvoji houbových chorob je podle Piqueé et al. (1998) také velmi účinná preventivní ochrana vůči rozvoji živočišných škůdců. Konkrétně je to zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*), který je primárně jako šůdce u kukuřice, ale spolu se zavíječem slunečnicovým (*Homeosoma nebulellum*) mohou škodit i ve slunečnici.

Kouwenhoven et al. (2002) uvádí výhody orby v regulaci vytrvalých plevelů, kdy orba oproti minimalizačním technologiím více rozrušuje kořenový systém a potlačuje problematické plevele jako je např. pcháč rolní, pelyněk černobýl, mléč rolní. Jejich kořeny a kořenové výběžky hluboká orba zaklopí a dále už nejsou schopny další reprodukce.

Plevele mohou být rovněž hostitelem řady houbových chorob a škůdců, které mohou slunečnici poškodit. U škůdců se orbou přeruší tzv. zelený most (vzešlá semena plevelů kulturní rostliny po sklizni), který slouží jako hostitelské prostředí a navíc z půdy odčerpává živiny a vodu (Gulhua 2003).

Dělení orby z hlediska doby provedení může být orba letní, seťová, podzimní, zimní jarní.

- Letní a jarní orba se dělá výjimečně, je to spíše nouzové opatření.
- Seťová orba se používá 3-4 týdny před setím ozimů, zde je potřeba, aby se půda dostatečně slehla, a platí zásada, že čím je kratší období orby před setím, tím se zmenšuje hloubka jejího provedení.
- Podzimní orba k jařinám se provádí na podzim a nechává se většinou v hrubé brázdě bez urovnání pro usnadnění zasakování vody z podzimních a zimních srážek, výjimku tvoří mák a cukrovka, kdy se urovná hrubá brázda již na podzim.
- Zimní orba je opožděná orba podzimní.

Z hlediska doby provedení se ke slunečnici provádí orba podzimní a střední až hluboká (0,18-0,30 m).

Dělení orby z hlediska hloubky provedení:

- Mělká orba – hloubka 0,15-0,18 m, používá se především ve vyšších oblastech na mělkých půdách, které jsou často kamenité, a dále pro letní meziplodiny.
- Střední orba – hloubka 0,18-0,24 m je využívána pro plodiny, které mají kořenový systém v této hloubce (obilniny, olejnin, luskoviny).
- Hluboká orba – hloubka 0,24-0,30 m, využívá se pro hlouběji kořenicí rostliny (cukrovka, slunečnice, kukuřice), reguluje vytvalé plevele, zvyšuje mikrobiální životní činnost půdy.
- Velmi hluboká orba – hloubka nad 0,30 m, využívá se pouze na hlubokých humózních půdách, dříve se využívala jako druhá prohlubovací orba před cukrovkou (Křen et al., 2015).

Orba se provádí radličnými jednostrannými pluh, s kterými se orá nejčastěji záhonovým způsobem do skladu nebo do rozoru. Nebo dnes nejčastěji používanými oboustrannými obracovacími pluh, s kterými se provádí orba tzv. do roviny (Škoda, 1998).

Podle Heggliina et al. (2015) orba přináší i některé nevýhody, jako např. narušení agregátové a kapilární struktury půdy, ničení žíhal, uvolnění velkého množství CO₂, nechává nezakrytou půdu, která je náchylná k větrné a vodní erozi, negativně ovlivňuje vodní, živinný a plyný režim půdy.

3. Předseťová příprava půdy a její provedení má za cíl, urovnat hrubou brázdou, vytvořit izolační vrstvu a šetřit tak kapilární vláhu a vytvořit příznivé podmínky pro vzcházení rostlin a jejich další růst a vývoj v prvních fázích vegetace, zapravit aplikovaná hnojiva, ničit vzcházející a rostoucí plevele. Do předseťové přípravy spadá válení, vláčení a smykování, dnes již omezeně používané technologie. Dnes se provádí nejčastěji speciálními radličkovými stroji pro mělké zpracování půdy typu Horsch Cruiser, Horsch Finer nebo Väderstad Aggressive anebo kombinovanými kypřiči (kombinace radliček a pasivních orgánů) nazývané jako kompaktoři. Hloubka provedení je zpravidla stejná jako hloubka setí, což je u slunečnice nejčastěji 0,05-0,06 m (Vach a Javůrek 2010).

3.3.2 Založení porostu s půdoochrannou technologií, technologie bez orby

Procházka (2001) uvádí, že cílem této technologie je zjednodušení klasické soustavy zpracování půdy tím, že je vyloučena orba nebo je nahrazena kypřením. V současnosti jsou do této technologie zařazeny tyto způsoby:

1. Mělké zpracování půdy - pro slunečnici nevhodný způsob
2. Pásové zpracování půdy (strip tillage)
3. Setí do nezpracované půdy - pro slunečnici nevhodný způsob

Mezi výhody redukováného zpracování půdy Hegglin et al. (2015) řadí tyto 4 hlavní body:

- Struktura a nosnost půdy (menší výskyt zhutnění ornice a podorniční vrstvy, díky redukcí přejezdů techniky a eliminace hlubokého a intenzivního zpracování půdy).
- Humus a půdní organismy (menší provzdušnění půdy snižuje odbourávání humusu, kladný vliv na život žížal a jejich prospěšné působení, podpora půdních mikroorganismů).
- Ochrana proti erozi a vodní režim (rostlinné zbytky na povrchu chrání půdu před deštěm a větrem, menší povrchový odtok a eroze, lepší zasakování při vydatnějších srážkách, lepší kapilarita a dostupnost vody z větších hloubek).
- Ochrana klimatu (menší mineralizace organických látek v půdě a tím nižší uvolňování CO₂, nižší emise ze zemědělské techniky).

Každá technologie má své výhody a nevýhody, k nevýhodám redukováného zpracování půdy řadí Coolman a Hoyt (1993) následující:

- Pomalé osychání a zahřívání půdy, hlavně na jaře, a tím pozdější mineralizace živin, pozdější vzházení rostlin.
- Regulace plevelů, změna plevelného spektra, rozvoj vytrvalých a hluboko kořenících plevelů.
- Velké množství posklizňových zbytků (kukuřice na zrno) může způsobovat ucpávání secích strojů, prutových bran a pleček
- Investice do zemědělské techniky, která je pro tuto technologii velmi specifická.

Vlivem minimalizace zpracování půdy dochází ke značnému rozšíření píru plazivého a kamyšníku polního (Francisco 2017).

Podle Hůly (2010) se zpracování půdy bez orby obecně nazývá technologie minimalizační, do kterých zařazuje následující postupy.

- Minimalizace s kypřením do malé hloubky, v případě výskytu zhutnění půdy, lze ornici jednorázově prokypřit hlouběji bez obracení.
- Půdoochranné zpracování půdy – zpracování půdy, při kterém zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny

- Přímé setí – setí do nezpracované půdy. Po sklizni přeploidy odpadá zpracování půdy a setí probíhá speciálními secími stroji do rýh nebo pruhů, přičemž většina povrchu půdy není mechanicky zasažena (Derpsch a kol. 2001).

3.3.3 Pásové zpracování půdy (strip tillage)

Obecným principem této technologie je pásové zpracování půdy v místě budoucího setí následné plodiny s možností cílené aplikace živin. Tato technologie má svůj původ v USA (Brant et al. 2020).

Důvodem vzniku bylo hledání optimalizace systémů setí do nezpracované půdy s cílem eliminovat negativní dopady (utužení, pomalý ohřev půdy na jaře, efektivita využití hnojiv, okyselování vrchní vrstvy půdy a snížením intenzifikace výroby), při přímém setí do mělce zpracované anebo nezpracované půdy (Brant et al. 2016).

Definice strip-till podle příručky Kontrola podmíněnosti Cross Compliance

Strip-till – principem této půdoochranné technologie je kombinace výhod ponechání nezpracované půdy a setí do pásů se zpracovanou půdou. Zemědělec zajistí ponechání nezpracované půdy v pásech ve směru vysévané plodiny, což doporučujeme provést ve směru vrstevnic. **Šíře zpracovaných pásů nepřesáhne 30 cm. Plošný podíl nezpracované půdy bude min. 60 % plochy pozemku.** Na nezpracované části zemědělec zajistí **minimální 30% pokryvnost půdy rostlinnými zbytky** do doby vzházení porostu, přičemž po vzejití porostu musí být vizuálně prokazatelné, že při zakládání porostů ostatních obilnin a řepky olejné na SEO plochách byla na nezpracované části půdy ponechána ochranná plodina nebo rostlinné zbytky. Kontrolované parametry: maximální šíře zpracovávaného pásu, minimální podíl nezpracované půdy a pokryvnost (%) (Ministerstvo zemědělství 2019).

Podle Branta et al. (2016) existují v Severní Americe různé formy pásového zpracování půdy, dělené následně do dvou variant, a to:

- Strip tillage, který je definován jako vytvoření pásů bez reziduí rostlin o šířce +/- 0,15 m s hloubkou zpracování mezi 0,1-0,2 m
- Zone tillage, který je definován jako mělké kypření pásů, kde jem základem odstranění rostlinných zbytků z pásu širokého +/- 0,2 m a hloubkou zpracování 20–50 mm, v Evropě, především ve Švýcarsku se používá setí do vyfrézovaných pásů

Mimo klasického pásového zpracování půdy, které je nejrozšířenější a spočívá v provedení kypření přímo do strniště, resp. do nezpracované půdy se v Evropě používá kombinace mělkého celoplošného kypření s následným provedením pásového kypření. Tento způsob je znám pod pojmem Intenzivní strip tillage.

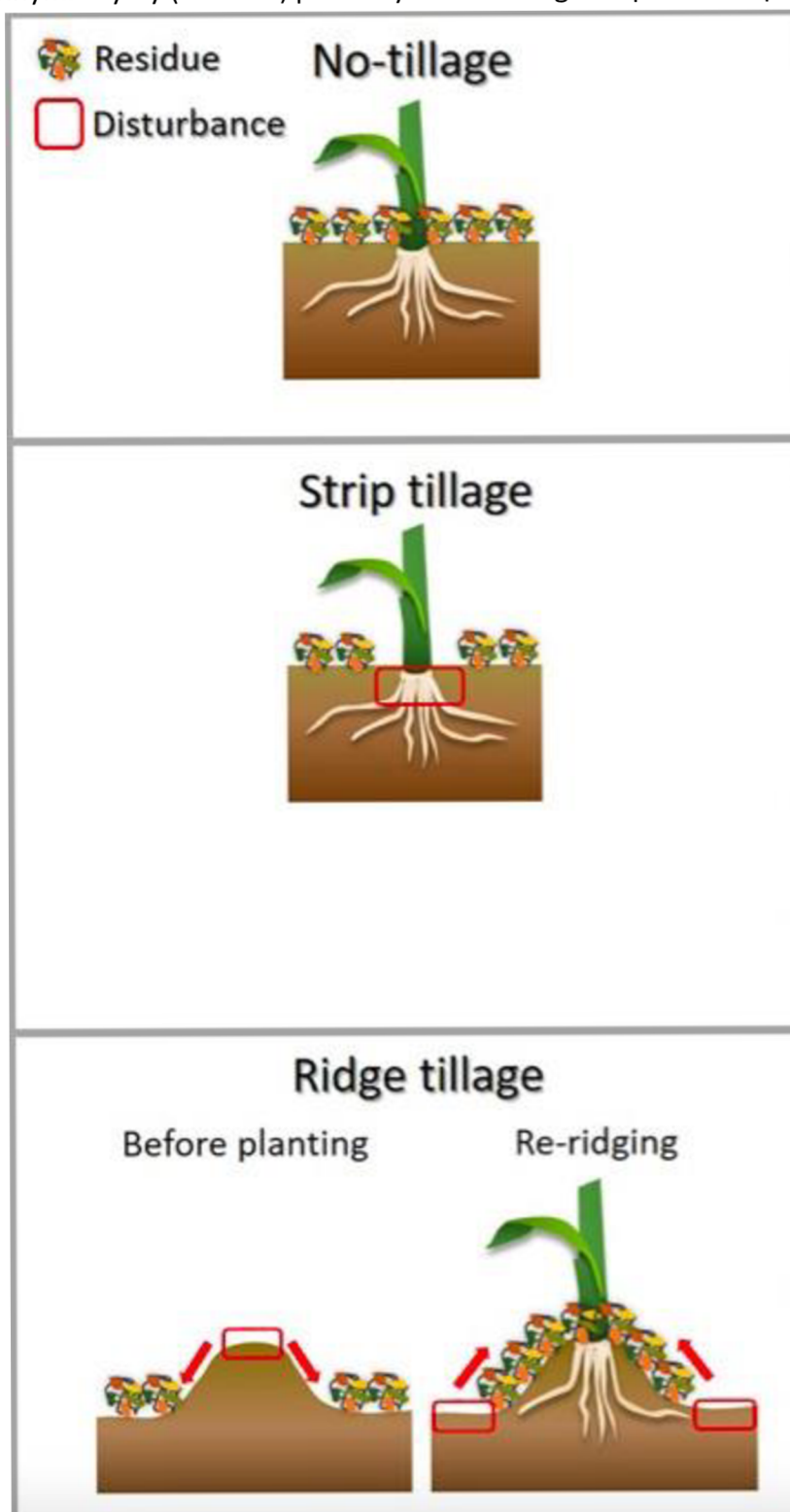
Křen et al. (2015) uvádí rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v USA podle klasifikace Americké půdoznalecké společnosti – Soil Science Society of America:

- Půdoochranné zpracování půdy (Conservation tillage) – bez orby, i přímé setí, minimálně 30 % povrchu půdy je pokryto rostlinnými zbytky. Derpsch (2003) u této

technologie obecně vyzdvihuje ochranu půdy před vodní a větrnou erozí a v tropických oblastech ochranou před působením nadměrného horka.

- Technologie setí do nezpracované půdy (No tillage) – jen přímé setí, 80-100 % rostlinných zbytků zůstává na povrchu půdy. Thomas et al. (2006) uvádí, že se v Austrálii při pěstování obilnin používá nejvíce tato technologie ve srovnání s jinými systémy.
- Technologie setí do hrůbků (Ridge tillage) – širokořádkové plodiny jsou vysevány na povrch hrůbku, při setí je na povrchu půdy 40-70 % rostlinných zbytků. Hlavním důvodem této technologie je rychlejší prohřívání a prosychání půdy na jaře, používá se především v chladnějších oblastech pro zlepšení výnosů kukuřice, k pěstování slunečnice touto technologií chybí data He et al. (2010).
- Pásové zpracování půdy (Strip tillage).
- Technologie zpracování půdy s využitím mulče (Mulch tillage) – půda se zpracovává podříznutím strniště, půda rostlinné zbytky uštvává na povrchu půdy, přibližně 30-60 %.
- Redukované zpracování půdy (Reduced tillage) – minimalizace zpracování půdy, omezení počtu půdozpracujících operací. Berner et al. (2008) zkoumal vliv této technologie v ekologickém zemědělství a zjistil, že došlo ke zvýšení organického uhlíku v půdě a zvýšení počtu žížal až o 70 %

Obr. 1: Grafické znázornění porovnání zpracované půdy (Disturbance) a pokrytí rostlinnými zbytky (Residue) při různých technologiích zpracování půdy



Zdroj: Toor et al. (2021)

Licht a Al-Kaisi (2005) prováděli studii v letech 2001-2002 v Iowa na dvou stanovištích a porovnávali tři rozdílné technologie zpracování půdy, konkrétně strip till, dlátový kypřič a no-till (setí do nezpracované půdy). Předmětem studie bylo u jednotlivých technologií vliv na teplotu půdy, vlhkost půdy a zhutnění. U strip-till byla vyšší teplota půdy ve vrchních 50 mm o 1,2-1,4 °C oproti no-till a byla stejná jako u zpracování datovým kypřičem. Tento rozdíl měl pozitivní vliv na rychlost vzcházení rostlin oproti no-till. Ve vlhkosti půdy v nižších hloubkách nebyly pozorovány žádné výrazné rozdíly, ale během vegetační doby bylo více vláhy u varianty strip till a dlátového kypřiče než u varianty no-till. V celkovém hodnocení bylo zjištěno, že strip till může přispět k lepšímu vzcházení rostlin a šetřit vláhu, podobné výsledky byly u varianty s datovým kypřičem ve srovnání s no-till.

Mezi hlavní přínosy a výhody strip till technologie řadí Nowatzki et al. (2008) tyto benefity:

- ochrana půdy v důsledku ponechání rostlinných zbytků (eroze)
Laufer et al. (2016) prováděl pokusy s cílem provnat vodní erozi u strip-till, celoplošného a redukováného zpracování a intenzivní zpracování půdy u cukrové řepy. Simulace srážek (24 mm) za 20 minut, účinnost strip-till technologie byla až o 98 % nižší odtok vody díky lepší infiltraci, u ostatních technologií.
- zlepšení půdních podmínek pro vývoj rostlin v řádcích
- uložení hnojiv do blízkosti kořenů (snížení dávkování, díky lepšímu vyšší využití)
- vhodnější podmínky pro setí (časnější setí, díky lepšímu prohřívání)
Ve studii byla v porovnání u varianty strip-till vyšší teplota půdy ve vrchních 50 mm o 1,2-1,4 °C oproti no-till (Licht & Al-Kaisi, 2005)
- zvýšení zásoby vody (nižší evaporace)
- nižší časová náročnost a spotřeba pohonných hmot
- minimální podíl zpracovávané půdy (až o 78 %)
- menší uvolnění uhlíku do atmosféry
- stejné nebo i vyšší výnosy plodin
- plní za určitých podmínek DZES 5

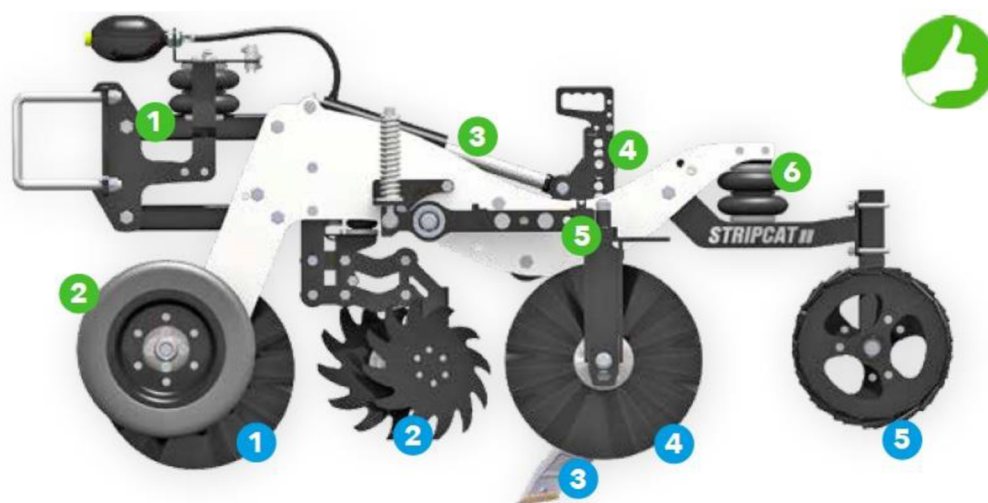
Po řadě pozitivních výhod má technologie strip till i nějaké nevýhody, které se ovšem u některých dají řešit

- nemožnost zapravení statkových hnojiv (hnůj),
- vyšší spotřeba herbicidů (glyfosát na likvidaci živého mulče),
- nutnost použití RTK navigačního signálu (investice do zemědělské techniky),
- preciznost provedení (příprava pásů, uložení hnojiva, setí do pásů),
- větší riziko rozvoje chorob a škůdců (Al-Kaisi et al. 2000).

Principem strip till je zpracování půdy v pruzích ve směru řádků, grafické znázornění mechanizačního protředku je popsáno na obr. č. 2. Nejprve dochází rozříznutí pomocí rozřezávacího disku, který zároveň slouží jako vedení nebo jako opěrný disk, potom následují paprskové odhrnovače rostlinných zbytků, dalším pracovním orgánem je kypřící radlice, za

kteřou se může být umístěna hadice aplikátoru hnojiv, následně jsou umístěny kypřicí a omezovací disky, které brání rozptylu zeminy mimo zpracováváný pás, na konci je rovnací a utužovací válec (Brant et al. 2016).

Obr. č. 2: Pracovní jednotka na vytvoření nakypřeného pásu Stripcat II. od firmy Agrisem SLY



- 1 ŘEZACÍ DISK otevírá linii zpracování a prořezává mulč
- 2 ČISTÍCÍ HVĚZDICE čistí řádek v linii zpracování od rostlinných zbytků (patent SUNCO)
- 3 RADLIČKA (6 dostupných typů) zpracovává půdu a ukládá hnojivo
- 4 OHRAŇOVACÍ DISKY tvarují vznikající pás zpracované půdy
- 5 ZAMAČKÁVACÍ KOLEČKA zpětně konsolidují nakypřenou půdu v pásu

zdroj: Cime, s.r.o.

Brant et al. (2016) uvádějí, že při této technologii je podíl zpracovávané plochy půdy z celkové plochy nižší, záleží na meziřádkové vzdálenosti, které se může pohybovat v rozmezí 0,40-0,90 m a šířce zpracovávaných pásků, která může být v rozmezí 0,15–0,40 m. Procentický podíl zpracovávané plochy v závislosti na rozteči je uveden v tab. č. 6.

Tab. 6: Podíl zpracované půdy při různé rozteči (Brant et al. 2016).

Šířka kypřeného pásu (m)	Rozteč řádků (m)			
	0,45	0,55	0,65	0,75
0,15	33	27	23	20
0,20	44	36	31	27
0,25	56	45	38	33
0,30	67	55	46	40
0,35	78	64	54	47

Obr. 3: Provedení pásků strojem Kverneland Kultistrip do vymrznuté meziplodiny



Zdroj: Produktový katalog firmy Kverneland

4 Metodika

Praktická část této diplomové práce je zaměřena na pěstování slunečnice technologií strip till v podmínkách České republiky. V roce 2022 byla ověřována možnost pěstování slunečnice roční (*Helianthus annuus* L.) za pomoci půdoochranné technologie strip till v porovnání s konvenční technologií s orbou. Porovnáván byl vliv obou pěstebních technologií na výnos nažek a porovnání časové i ekonomické nákladovosti. Důvodem ověřování technologie bylo rovněž hledání postupů vhodných pro oblast s rizikem výskytu vodního stresu.

4.1 Charakteristika podniku a stanoviště

Pokusy probíhaly na pozemcích společnosti Statek Kutlíře, a. s., který se nachází ve Středočeském kraji, okrese Kolín. Statek Kutlíře, a.s. se zabývá pěstováním široké škály zemědělských komodit. Na obhospodařované výměře 635 ha je pěstováno 17 plodin a některé ještě v různých barevných variacích. Statek Kutlíře, a.s. se nachází v řepařské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 220 až 307 m. n. m. Podnebí je v regionu s průměrnou roční teplotou 8 - 9°C řazen jako klimatický region 2 - teplý, mírně suchý (T2), průměrný roční úhrn srážek činí 500-600 mm. Hlavní půdní jednotka je 01. Půdy jsou rozrůzněné od černozemí a hnědozemí na spraších po chudé kyselé hnědě půdy na píscích. Odbyt vypěstovaných komodit je realizován ve vlastní podnikové prodejně.

Pokus byl realizován na pozemku Šestera, DPB 5501/17 (690-1050), který se nachází v k. ú. Chocenice u Břežan I. s průměrnou nadmořskou výškou 256 m. n. m. a průměrnou sklonitostí 2,23°, BPEJ 2.00.01, převažuje zde půdní typ černozem, převažují půdy středně hluboké až hluboké, jílovitohlinité.

zdroj: www.bpej.vumop.cz

4.2 Agrotechnika

V rámci přesných polních experimentů byly hodnoceny dva hybridy slunečnice roční od šlechtitelské společnosti Pioneer. Charakteristika pěstovaných hybridů (zdroj: Produktový katalog firmy Pioneer):

1. hybrid P64LE137 - raný velmi výnosný hybrid odolný vůči herbicidu Express 50 SX, typ: linoleic, vyznačuje se vynikajícím zdravotním stavem (odolností vůči fómě, sklerotiniové hnilobě na lodyze a alternárii), sklon úboru je ve fyziologické zralosti polopřevislý, velikost nažek je větší, velmi dobrá odolnost vůči suchu, vyznačuje se vysokou selektivitou vůči herbicidní látce tribenuron-methyl.

2. hybrid P64LP170 raný hybrid vybavený Clearfield Plus technologií s vysokou selektivitou vůči látce *imazamox*, rostliny jsou nižšího vzrůstu, odolnost vůči chorobám je velmi dobrá, sklon úboru ve fyziologické zralosti je převislý, což umožňuje lepší ochranu proti přímému slunci, díky čemuž se zmírňuje teplotní stres pro rostliny a dochází k efektivnějšímu transportu asimilátů do nažek. Převislé úbory lépe chrání úrodu před poškozením ptactvem. Velikost nažek je větší, tvar vejčitý.

Předplodinou na pokusném pozemku byla cukrová řepa. Kontrolní variantou pěstování slunečnice roční představovala konvenční technologie s orbou.

4.2.1 Agrotechnické operace

Varianta strip till

- 13.11.2021 pásové zpracování na hloubku 25 - 27 cm strojem Kverneland Cultistrip
- 23.4.2022 setí Väderstad Tempo + aplikace hnojiva Amofos 0,1 t/ha (pod patu), výsevek 65 000 jedinců/ha.
- 28.4.2022 aplikace herbicidů (Chanon 3 l/ha + Somero 2 l/ha + Zemin 0,15 l/ha, 300 l vody/ha).
- 26.6. 2022 aplikace insekticidu (Teppeki v dávce 0,14 kg/ha, 200 l vody/ha)
- 13.7.2022 aplikace fungicidu (Grafite v dávce 1l/ha, 300 l vody/ha)
- desikace porostu (Kabuki 0,8 l/ha + DAM 150 l/ha + MERO 1 l/ha, 300 l vody/ha)
- 6.10.2022 sklizeň Claas Tucano 440 + Sunmaster

Varianta s orbou

- 24.11.2021 orba na hloubku 25 cm
- 25.3.2022 urovnání hrubé brázdy jako součást předsetíové přípravy
- 23.4.2022 setí Väderstad Tempo + aplikace hnojiva Amofos 0,1 t/ha (pod patu), výsevek 65 000 jedinců/ha
- 28.4.2022 aplikace herbicidů (Chanon 3 l/ha + Somero 2 l/ha + Zemin 0,15 l/ha, 300 l vody/ha)
- 26.6. 2022 aplikace insekticidu (Teppeki v dávce 0,14 kg/ha, 200 l vody/ha)
- 13.7.2022 aplikace fungicidu (Grafite v dávce 1 l/ha, 300 l vody/ha)
- desikace porostu (Kabuki 0,8 l/ha + DAM 150 l/ha + MERO 1 l/ha, 300 l vody/ha)
- 6.10.2022 sklizeň Claas Tucano 440 + Sunmaster

4.3 Metodika odběrů a pozorování

Cílem měření bylo zhodnotit vliv obou technologií na porost, proto bylo stanoveno několik cílů měření, na základě kterých se průběžně a v závěru hodnotil celkový stav porostu a jednotlivé parametry. Měření bylo rozděleno na několik dílčích.

- Vzcházivost
- Sušina (rostliny)
- Sušina (úborny)
- Výnosotvorné prvky

Vzcházivost

Hodnocení vzcházivosti probíhalo 30.5.2022 v růstové fázi BBCH 19. Počítání počtu rostlin probíhalo v řádce, vždy v úseku o délce 2 m. Jednotlivé úseky byly na pozemku vybírány úhlopříčně na šířku pozemku. Na každé varianě bylo toto měření a hodnocení provedeno 10x.

Sušina (celé rostliny)

První odběr byl proveden 20.6.2022 v růstové fázi BBCH 51. Odběr byl proveden za účelem zhodnocení a porovnání celkového habitu rostlin a kořenového systému. Dále byl účel odběru dělán pro zjištění hmotnosti suché biomasy. U odebraných rostlin se z důvodu zjištění přesného množství nadzemní biomasy sušily rostliny na 100% sušinu v přístroji Memert při 105 C po dobu 24 hodin.

Sušina (úbor)

Druhý odběr probíhal 8.10. 2023 v růstové fázi BBCH 89, v plné zralosti, těsně před sklizní. Bylo odebráno 15 ks úborů z každé sledované varianty za účelem zjištění výnosotvorných prvků. Úbory byly dosušeny na 100% sušinu v přístroji Memert při 105 C po dobu 24 hodin.

Výnosotvorné prvky

Po usušení úborů byly měřeny výnosotvorné prvky, tj. průměr úborů, počet nažek, jejich hmotnost a olejnatost, hmotnost úborů s nažkami a podíl nažek na jejich celkové hmotnosti a dále vyhodnocení a porovnání teoretického a reálného výnosu.

5 Výsledky

5.1 Vzcházivost a hmotnost sušiny

Hodnocené technologie neměly průkazný vliv na vzcházivost rostlin ani na dodržení vzdálenosti mezi vzešlými rostlinami (tab. 1). Při hodnocení vlivu technologií na průměrnou hmotnost nadzemní biomasy rostliny ve fázi prodlužovacího růstu nebyl prokázán vliv systému zpracování půdy, ani vliv hybridu (tab. 1).

Tab. 1: Průměrný počet rostlin na jednotku plochy, průměrná vzdálenost mezi rostlinami v řádku (rozteč řádků 0,75) stanovené 30.5.2022 a průměrná hmotnost suché biomasy rostliny 20.6.2022 na hodnocených variantách. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta (technologie/hybrid)	30.05.2022			20.06.2022
	počet rostlin na ha (kusy)	vzdálenost mezi rostlinami v řádku (mm)	variační koeficient pro vzdálenost mezi rostlinami (%)	nadzemní biomasa rostliny (g)
Strip till/P170	62667 a	0,23 a	31,38	57,0 a
Strip till/P137	61333 a	0,23 a	59,94	46,7 a
Orba/P170	60000 a	0,24 a	33,43	60,2 a
Orba/P137	59333 a	0,23 a	37,31	47,2 a

5.2 Hodnocení výnosotvorných prvků

Hodnocení parametrů rostlin před sklizní neprokázalo vliv technologie zpracování půdy ani hybridu na průměr úboru, a ani na hmotnost nažek v úboru (tab. 2). Prokázány byly statisticky průkazné rozdíly mezi technologiemi na celkovou hmotnost úborů i s nažkami. Teoretický výnos nažek byl statisticky průkazně nejvyšší na variantě se strip till s hybridem P170. Nejnižší teoretický výnos byl stanoven u nízkého hybridu (P137) na variantě s orbou (tab. 2). Hodnocení poukázala na výrazné rozdíly mezi teoretickým a reálným výnosem, reálné výnosy se pohybovaly na úrovni 46 až 59 % výnosu teoretického.

Tab. 2: Průměrné parametry výnosotvorných prvků při sklizni slunečnice roční, výnosy a olejnatost nažek na hodnocených variantách. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

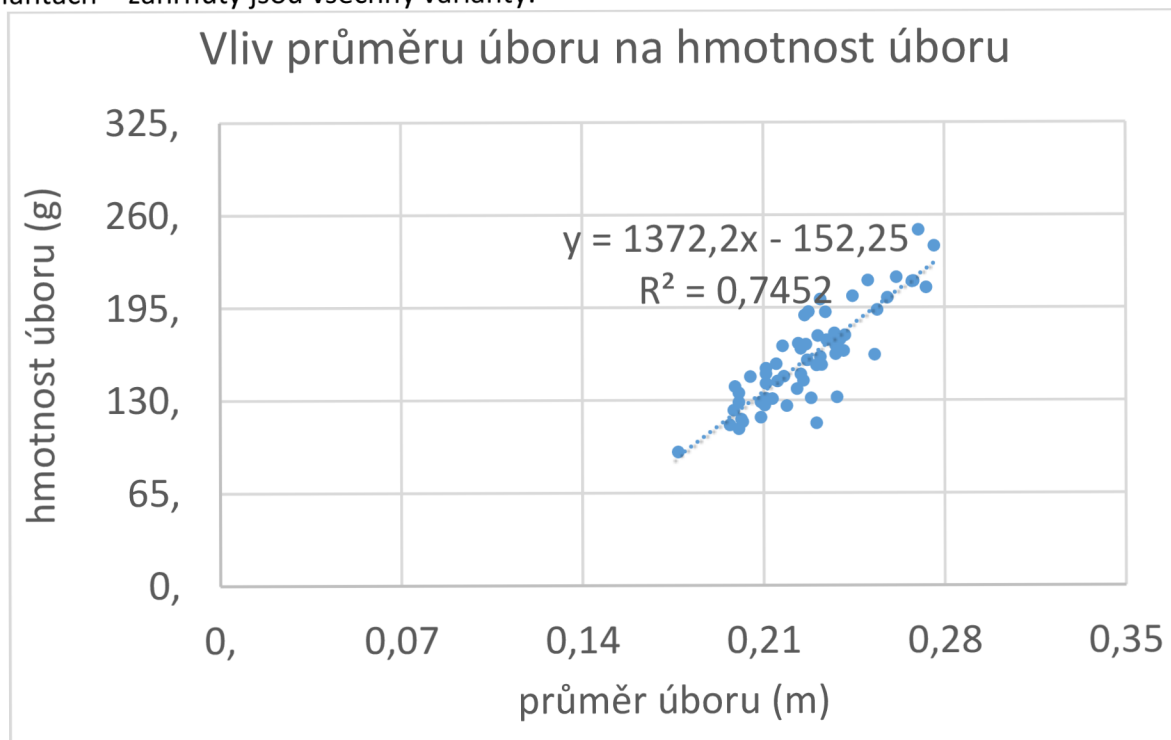
varianta (technologie/hybrid)	průměr úboru (mm)	hmotnost nažek v úboru (g)	hmotnost úboru s nažkami (g)	hmotnostní podíl nažek na hmotnosti úboru (%)	teoretický výnos nažek (t/ha, 100% sušina + 100% čistota)	reálný výnos nažek (t/ha, 100% sušina + 100% čistota)	olejnatost semen (%)
Strip till/P170	228,6 a	120,2 a	170,5 b	72,24 a	7,718 b	3,383	47,6
Strip till/P137	232,6 a	113,3 a	163,2 ab	69,72 a	6,978 ab	3,485	49,0
Orba/P170	233,6 a	132,4 a	169,5 b	70,77 a	7,199 ab	3,722	47,9
Orba/P137	215,6 a	112,9 a	137,1 a	72,71 a	5,914 a	3,322	47,2

Nejvyšší počet nažek v úboru byl stanoven na variantě s orbou u hybridu P170, nejnižší na variantě strip till u hybridu P137 (tab. 3). Rozdíly v hodnotě hmotnosti tisíce semen (HTS) nebyly prokázány průkazné rozdíly mezi systémy zpracování půdy a hybridy. Hmotnostní podíl nažek na celkové hmotnosti úboru u jednotlivých variant pohyboval v rozmezí 70 až 73 %. Při sledování závislostí mezi jednotlivými parametry rostlin prokázal průkaznou závislost mezi průměrem úboru a jeho celkovou suchou hmotností (graf 1) a závislost mezi hmotností celého úboru s nažkami a suchou hmotností nažek (graf 2). Dále byla prokázána pozitivní korelace mezi průměrem úboru a počtem nažek v úboru a HTS.

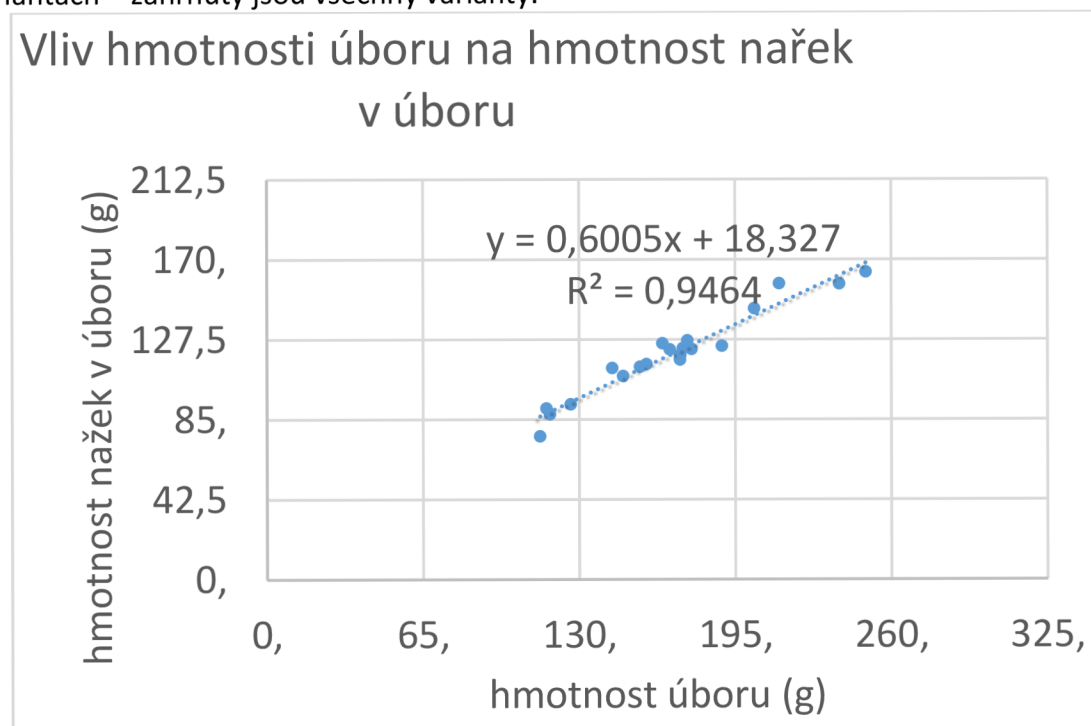
Tab. 3: Průměrné hodnoty počtu nažek v úboru a hmotnost tisíce semen (HTS, g) na hodnocených variantách. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta (technologie/hybrid)	počet nažek v úboru (kusy)	HTS (g)
Strip till/P170	1478,8 ab	79,1 a
Strip till/P137	1391,8 a	79,0 a
Orba/P170	1682,6 b	76,5 a
Orba/P137	1451,8 ab	76,9 a

Graf 1: Vliv průměru úboru (m) na hmotnost suchého úboru (g) na hodnocených variantách – zahrnuty jsou všechny varianty.



Graf 2: Vliv hmotnosti suchého úboru (g) na hmotnost nažek v úboru na hodnocených variantách – zahrnuty jsou všechny varianty.



5.3 Hodnocení ekonomiky

Tabulka 4 dokumentuje rozdíly v nákladech na základní zpracování půdy, předsetovou přípravu a setí v Kč na ha. Pro ekonomické hodnocení byly použity ceny pracovních operací kalkulované v rámci služeb. Cena spotřeby nafty na stanovena na základě reálné spotřeby a aktuální ceny nafty v termínu provedení pracovních operací. Hodnocené náklady odlišných pracovních operacích byly u technologie strip till o 1 421 Kč/ha nižší.

Tab. 4: Srovnání nákladů na pracovní operace základního zpracování půdy, předsetové přípravy a setí v Kč/ha platné pro založení pokusných variant se slunečnicí roční na lokalitě Kutlíře.

pracovní operace	souprava strojů	cena práce formou služby (Kč/ha)	cena nafty v aktuálním termínu provedení operace (Kč/ha)	cena operace celkem (Kč/ha)
Varianta orba				
orba	JD 8120 + Lemken VariDiamant	1 300	902	2 202
předsetová příprava	JD 6195 + Horsch Cruiser 5XL	650	277	927
setí	Case IH Puma 240 CVX + Väderstadt Tempo V8	1 000	216	1 216
Celkem		2 950	1 359	4 345
Varianta strip till				
pásové zpracování	Case IH 240 CVX + Kverneland Cultistrip 8	1 200	508	1 708
setí	Case IH Puma 240 CVX + Väderstadt Tempo V8	1 000	216	1 216
Celkem		2 200	724	2 924

5.4 Optické hodnocení

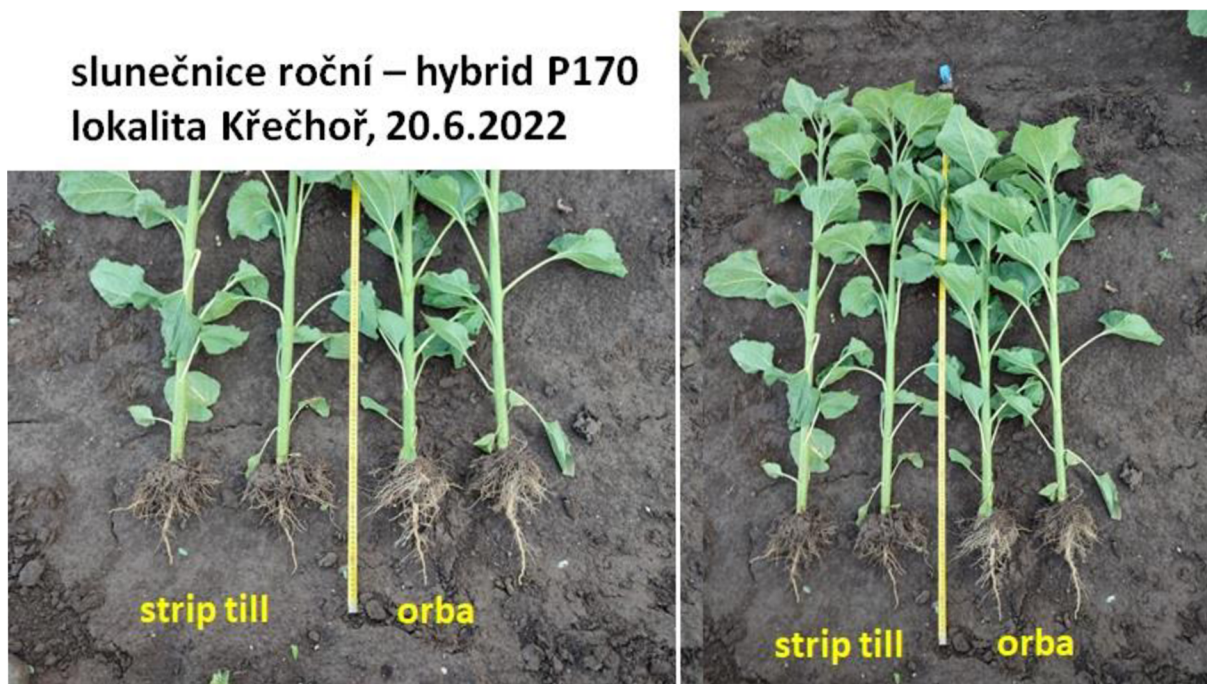
V době prvního odběru rostlin ve fázi prodlužovacího růstu (20.6.2022) nebyl optický rozdíl ve výšce rostlin ani v kořenových systémech hodnocených hybridů na variantě se strip till a s orbou (obr. 4 a 5). Z tohoto vyplývá, že technologie zpracování půdy neměla v této růstové fázi vliv na výšku ani na celkový nárůst biomasy rostlin. Při hodnocení pokrývnosti půdy posklizňovými zbytky byly ještě v červnu na technologii strip till patrné rostlinné zbytky předplodiny (chrást cukrové řepy, obr. 6).

slunečnice roční – P137
lokality Křečhoř, 20.6.2022



Obr. 4: Kořenové systémy a habitus rostlin hybridu P137 na variantě s technologií strip till a na orbě (foto Čapek).

slunečnice roční – hybrid P170
lokality Křečhoř, 20.6.2022



Obr. 5: Kořenové systémy a habitus rostlin hybridu P170 na variantě s technologií strip till a na orbě (foto Čapek).



Obr. 6: Stav povrchu půdy v měsíci červnu na variantě s technologií strip till a na orbě (foto Čapek).

5.5 Celkové hodnocení

1. U hybridu P170 nebyl prokázán rozdíl technologií (strip till a orba) na průměrnou hmotnost nažek v úboru ani na hodnotu teoretického výnosu.
2. U hybridu P137 nebyl prokázán rozdíl technologií (strip till a orba) na průměrnou hmotnost nažek v úboru ani na hodnotu teoretického výnosu.
3. Experimenty potvrdily statisticky průkaznou závislost mezi průměrem úboru a jeho celkovou suchou hmotností a mezi hmotností celého úboru s nažkami a suchou hmotností nažek.
4. Z hlediska hodnocení závislostí mezi výnosotvornými prvky byla prokázána pozitivní korelace mezi průměrem úboru a počtem nažek v úboru a HTS.
5. Časová a finanční nákladovost základních pracovních operací na zpracování půdy a setí byla u technologie strip till nižší, než u technologie s orbou.

6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo ověřit v podmínkách České republiky vliv technologie strip-till na vývoj porostů, na výnos nažek slunečnice a zhodnocení výnosotvorných prvků a jejich závislosti na biometrických parametrech rostlin.

Pěstování slunečnice roční na erozně ohrožených plochách, tak aby byly splněny legislativní podmínky v rámci agro-enviromentálních požadavků je v podmínkách České republiky neznámou a nevyřešenou problematikou. Vzhledem k tomu, že se neustále rozšiřují erozně ohrožené plochy, ať už mírně či silně, dá se v budoucích letech očekávat ze strany Ministerstva zemědělství zpříšňování legislativy a navýšení těchto ploch. Díky tomu dojde k omezení pěstování vybraných plodin, či dokonce k jejich úplnému zákazu pěstování na dotčených plochách.

Slunečnice, která se nejčastěji seje na meziřádkovou vzdálenost 0,75 m se řadí stejně jako většina širokořádkových kultur do skupiny plodin s nízkou ochranou funkcí (NOF). Pěstování slunečnice v České republice s 22 845 hektary za rok 2022 zaujímá čtvrtou pozici nejpěstovanější olejninou (UKZÚZ, Seznam doporučených odrůd, 2023). Její umístění je především do teplých oblastí, což odpovídá kukuřičnému a řepařskému výrobního typu, kde dosahuje uspokojivých ekonomických výsledků ve srovnání s nejpěstovanější olejninou řepkou ozimou (Baranyk a kol. 2010).

V podniku Statek Kutlíře, a.s., kde probíhal pokus má slunečnice dlouholetou tradici a je zde řazena k nosným a ekonomicky významným plodinám, proto je s ní počítáno v osevním postupu i v dalších letech. V porovnání proti sobě stály dvě technologie, jedna byla tradiční, a to konvenční technologie s orbou, která byla doposud jedinou používanou technologií nejen v tomto podniku, ale je i nadále nejrozšířenější na většině ploch se slunečnicí v České republice. Druhá byla metoda, která splňuje podmínky půdoochranného zpracování v rámci DZES 5, a to je metoda strip-till. Rozhodnutí pro vyzkoušení, testování a porovnání strip-till metody s orbou byl nejen důvod plnění legislativních požadavků DZES 5 na mírně erozně ohrožených plochách, ale i ověření, zda by tato technologie mohla být zařazena v podniku jako hlavní technologie zakládání porostů slunečnice v daných půdních a klimatologických podmínkách bez negativního ovlivnění výnosu, který je klíčovým bodem ekonomiky pěstování. A také bylo důležité zhodnotit časovou náročnost a ekonomický přínos dané technologie.

V rámci přesných polních experimentů byly hodnoceny dva různé hybridy slunečnice roční od firmy Pioneer, a to P170 a P137. Předplodinou byla cukrová řepa. Jedná se o netradiční předplodinu ke které Málek a kol. (2013) uvádí, že to je nevhodná předplodina z důvodu šíření infekce chorob. Zdravotní stav porostů byl na obou variantách výborný a nebylo vyzpozorováno žádné větší napadení houbovými chorobami ani u varinaty strip-till, kde jsou posklizňové zbytky předplodiny na povrchu půdy v těsné blízkosti rostlin slunečnice. Výnosové výsledky slunečnice z předchozích let dokládají naopak vhodnost této předplodiny z hlediska výživy rostlin. Je to z důvodu organického hnojení hnojem k cukrovce v dávce 35 t/ha, kdy se zařazuje slunečnice do II. trati organického hnojení. Dalším benefitem je velké množství posklizňových zbytků v podobě chrástu a zkořeků, které po mineralizaci zanechávají následujícím plodinám značné množství živin. Ty slunečnice dokáže velmi dobře využít a odpadá tak nákup a aplikace minerálních hnojiv.

Pozemek byl rozdělen na dvě poloviny, a na každé z nich probíhala jedna technologie se dvěma hybridy, celkem byly sledovány a hodnoceny 4 varianty. Technologie s orbou sloužila jako kontrolní varianta. U varianty strip-till byly provedeny následující operace: 13.11.2021

pásové zpracování strojem Kverneland Cultistrip na hloubku 25-27 cm. Kontrolní varianta s orbou zahrnovala následující operace: 24.11.2021 byla provedena orba na hloubku 25 cm a 25.3.2022 proběhlo urovnání hrubé brázdy jako součást předseťové přípravy. Setí a další agrotechnické zásahy byly u obou variant stejné. 23.4.2022 bylo provedeno setí přesným secím strojem Väderstadt Tempo, kde byl zároveň pod patu aplikován Amofos v dávce 100 kg/ha, počet vysetých nažek byl 65 000 ks/ha. 28.4.2022 byly preemergentně aplikovány herbicidy (Chanon 3,0l/ha + Somero 2,0l/ha + Zemin 0,15l/ha, 300 l vody/ha). Aplikace insekticidů byla 26.6.2022 (Teppeki 0,14 kg/ha, 200 l vody) a fungicidní ochrana byla 13.7.2022 (Grafite 1 l/ha, 300 l vody), desikace byla provedena 2.9.2022 (Kabuki 0,8 l/ha + DAM390 150 l/ha + MERO 1 l/ha, 300 l vody).

V průběhu vegetace byl průběžně hodnocen stav porostů jak optickým sledováním, tak i měřením hmotnosti biomasy. Na začátku vzcházení byla dynamika růstu u obou hybridů rychlejší u varianty strip-till, než u orby. Důvodem je úspora vláhy a akumulace srážek díky lepší infiltraci srážkové vody nakypřenými pásy v podzimním a zimním období. S tímto názorem se shoduje i Laufer et al. (2015), který upozoroval o 98 % nižší odtok srážkové vody. Při rozhodování, kdy vytvořit pásy bylo na těchto druzích půd rozhodnuto pro vytvoření pásů ihned po sklizni cukrové řepy. S tím se ztotožňuje i názor Branta et al. (2016), který doporučuje na středních a těžších půdách provést kypření pásů již na podzim, kde je hlavním důvodem slehnutí, rozpad hrud, homogenizace půdní hmoty a akumulace srážek. Protože se mezi kypřením pásů a setím nehýbalo s půdou, bylo více dostupné vody pro klíčení a vzcházení v nakypřených pásech, a tím byl rychlejší počáteční růst. Tuto skutečnost potvrzuje Nowatzki a kol. (2008)), který uvádí u strip-till zvýšení zásoby vody a značnou úsporou půdní vláhy. I přes rychlejší vzcházení rostlin se tato skutečnost nepodílela na vyšším výnosu. Je možné, že při dlouhodobějším přísušku budou rychleji a rovnoměrněji vzešlé rostliny lépe odolávat vodnímu stresu a v konečném výsledku poskytnou lepší výnos. Ale zatím se jedná u slunečnice o nevyzkoušenou věc, proto může být ověření této hypotézy námětem pro další dlouhodobější výzkum. V době prodlužovacího růstu, přibližně ve fázi BBCH 51 byl porost na obou variantách opticky vyrovnaný a pro přesnější hodnocení byly odebrané rostliny usušeny a následně byly zváženy. Výsledky měření hmotnosti potvrdily optický vjem a ukázalo se, že rozdíly v naměřených hodnotách u všech čtyř variant byly statisticky neprůkazné. V této fázi lze tedy zatím konstatovat, že strip-till neměl negativní dopad na vývoj porostu a nárůst biomasy. V konečném hodnocení výnosu, který byl hlavním sledovaným a nejdůležitějším parametrem se měřila hmotnost nažek. Vzhledem k variabilitě vlhkosti u jednotlivých hybridů byl následně přepočtený výnos na 100% sušinu. V tomto pokusu byly výsledky u obou technologií zpracování půdy velmi vyrovnané, mezi jednotlivými hybridy nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. U hybridu P170 byl dosažen výnos při variantě strip-till 3,838 t/ha a v kontrolní variantě s orbou 3,722 t/ha, rozdíl činil 0,116 t/ha ve prospěch technologie strip-till. U druhého sledovaného hybridu P137 byl dosažen výnos 3,485 t/ha u varianty strip-till a u kontrolní varianty s orbou byl výnos 3,322 t/ha, rozdíl činil 0,163 t/ha opět ve prospěch strip-till. Poslední sledovaný a důležitý parametr byl ekonomický přínos technologie. Kalkulace byla provedena v rámci služeb a pohonné hmoty na základě reálné spotřeby aktuální ceny. Technologie strip-till byla v porovnání s orbou o 1 421 Kč/ha levnější a časová úspora činila přibližně 2/3 času. Pokud by byl do ekonomického přínosu započten i výnosový rozdíl vynásobený realizační cenou pro dané období, která činila 11 500 Kč/tuna slunečnicového semene. Byl přínos v podobě tržeb u hybridu P170 celkem 2 755 Kč/ha a u hybridu P137 by navýšení tržeb bylo o 3 295 Kč výš, což je v průměru u obou hybridů 3 025 Kč/ha. U technologie strip-till je třeba brát v úvahu také to, že vyžaduje investici do nových zemědělských strojů,

nejčastěji do stroje pro přípravu pásů a pořízení nesené verze přesného secího stroje nebo úpravou např. stávajícího taženého secího stroje. Pořízení RTK signálu pro navádění traktoru, popřípadě navádění secího stroje je téměř nutností, s tím souvisí i tažný prostředek, který by měl tento signál umět zpracovat a využít k navádění. S tím souvisí nemalé investice pro pořízení nové technologie a je na zvážení ve využití v konkrétním podniku s přihlédnutím na rozumnou dobou návratnosti.

7 Závěr

V diplomové práci byl sledován vliv technologie strip-till při pěstování slunečnice roční v podmínkách České republiky v porovnání s orbou. Na základě přesného polního experimentu, kde byly pozorovány dva hybridy slunečnice bylo cílem vyhodnotit sledované parametry.

- Vzházivost rostlin nebyla ovlivněna ani jednou technologií, počet jedinců na jednotku plochy byl vyrovnaný.
- Při optickém hodnocení byla rychlejší vzházivost a začátek růstu u obou hybridů u varianty strip-till.
- Vzdálenost mezi rostlinami v řádku byla vyrovnaná u obou technologií.
- Hmotnost nadzemní biomasy rostlin byla u obou variant velice vyrovnaná, rozdíly v hodnotách byly statisticky neprůkazné.
- U hybridu P170 nebyl prokázán rozdíl technologií strip-till a orby na průměrnou hmotnost nažek v úboru ani na hodnotu teoretického výnosu.
- U hybridu P137 nebyl prokázán rozdíl technologií strip-till a orby na průměrnou hmotnost nažek v úboru ani na hodnotu teoretického výnosu.
- U hybridu P170 byl reálný výnos nažek 3,383 t/ha (strip-till) a 3,722 t/ha (orba).
- U hybridu P137 byl reálný výnos nažek 3,485 t/ha (strip-till) a 3,322 t/ha (orba).
- Experimenty potvrdily statisticky průkaznou závislost mezi průměrem úboru a jeho celkovou suchou hmotností a mezi hmotností celého úboru s nažkami a suchou hmotností bez nažek.
- Z hlediska hodnocení závislosti mezi výnosotvornými prvky byla prokázána pozitivní korelace mezi průměrem úboru a počtem nažek v úboru a HTN.
- Náklady na základní pracovní operace na zpracování půdy a setí při technologii strip-till byly ve srovnání s variantou s orbou nižší.

Z výsledků polního experimentu lze usoudit, že zavedení půdochranné technologie strip-till v pěstování slunečnice roční nemělo negativní vliv na vzházivost ani na vývoj porostu, a nebyla tak potvrzena hypotéza 1: Má změna technologie strip-till negativní vliv na vzházivost a vývoj porostu slunečnice. Rovněž nebyla potvrzena hypotéza 2: Má půdochranná technologie strip-till negativní vliv na výnos nažek slunečnice ve srovnání s orbou. Technologie strip-till neměla negativní vliv na výnos slunečnice v daném ročníku. Protože výsledky z pokusu z jednoho ročníku dopadly pozitivně k technologii strip-till, přesto je mé doporučení se touto technologií pěstování slunečnice zabývat nadále a sledovat vliv dalších ročníků na výnos a vývoj porostu.

8 Seznam literatury

ALI, K. A. M., et al. Mechanical structure and operating parameters of sunflower harvesting machines: A review. *International Agricultural Engineering Journal*, 2020, 29.2.

AL-KAISI, Mahdi; HANNA, H. Mark; TIDMAN, Michael. Tillage in 2001: Fall strip-tillage. 2000.

ALLAM, A. Y., G. R. EL-NAGAR a A. H. GALAL. Response of two sunflower hybrids to planting dates and densities. *Acta Agronomica Hungarica* [online]. 2003, 51(1), 25-35 [cit. 2023-04-24]. ISSN 0238-0161. Dostupné z: doi:10.1556/AAgr.51.2003.1.4.

Baranyk, P. et al., 2010. Olejniny. Vydavaelství Profi Press s.r.o., Praha. 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.

BEIERMANN, Clint W., Joshua W.A. MIRANDA, Cody F. CREECH, Stevan Z.KNEZEVIC, Amit J. JHALA, Robert HARVESON a Nevin C. LAWRENCE. Critical timing of weed removal in dry bean as influenced by the use of preemergence herbicides. *Weed Technology* [online]. 2022, 36(1), 168-176 [cit. 2023-04-27]. ISSN 0890-037X. Dostupné z: doi:10.1017/wet.2021.99.

BENBROOK, Charles M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* [online]. 2016, 28(1), 2-15 [cit. 2023-04-09]. ISSN 2190-4707. Dostupné z: doi:10.1186/s12302-016-0070-0.

BERNER, A, I HILDERMANN, A FLIESBACH, L PFIFFNER, U NIGGLI a P MADER. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil and Tillage Research* [online]. 2008, 101(1-2), 89-96 [cit. 2023-04-23]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2008.07.012.

BioLib.cz. 2023. Profil taxonu. Available from <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id41534/> (accessed April 2023).

BOZIC, D., M. SARIC, G. MALIDZA, C. RITZ a S. VRBNICANIN. Resistance of sunflower hybrids to imazamox and tribenuron-methyl. *Crop Protection* [online]. 2012, 39, 1-10 [cit. 2023-04-27]. ISSN 02612194. Dostupné z: doi:10.1016/j.cropro.2012.04.009

BRANT, Václav, David BEČKA, Pavel CIHLÁŘ, et al. Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-76-2.

COOLMAN, R.M. a G.D. HOYT. The Effects of Reduced Tillage on the Soil Environment. *HortTechnology* [online]. 1993, 3(2), 143-145 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1063-0198. Dostupné z: doi:10.21273/HORTTECH.3.2.143.

Cime, s.r.o. 2023. Zemědělské stroje. Cime, s.r.o. Pelhřimov. Available from <https://www.cime.cz/zemedelske-stroje/> (accessed April 2023).

Český _statistický _úřad. 2023. Soupis ploch osevů. Český _statistický _úřad, Praha. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-5-2022> (accessed April 2023).

DERPSCH, R. Conservation Tillage, No-Tillage and Related Technologies. In: GARCÍA-TORRES, Luis, José BENITES, Armando MARTÍNEZ-VILELA a Antonio HOLGADO-CABRERA, ed. Conservation Agriculture [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003, s. 181-190 [cit. 2023-04-23]. ISBN 978-90-481-6211-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-94-017-1143-2_23.

DORRELL, D. Gordon a Brady A. VICK. Properties and Processing of Oilseed Sunflower. In: SCHNEITER, Albert A., ed. Sunflower Technology and Production [online]. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1997, 2015-10-26, s. 709-745 [cit. 2023-04-09]. Agronomy Monographs. ISBN 9780891182276. Dostupné z: doi:10.2134/agronmonogr35.c15.

ERTIFTIK, Hakan a Mehmet ZENGIN. Response of sunflower to potassium and magnesium fertilizers in calcareous soils in central Anatolia of Turkey. *Journal of Plant Nutrition* [online]. 2016, 39(12), 1734-1744 [cit. 2023-04-02]. ISSN 0190-4167. Dostupné z: doi:10.1080/01904167.2016.1187741.

FARZANIAN, M., et al. Effects of microelements applications methods on seed yield components in Alestar sunflower hybrid. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2010, 8.3/4 part 1: 305-308.

GUIHUA, Lu. Engineering Sclerotinia Sclerotiorum Resistance in Oilseed Crops. *African Journal of Biotechnology* [online]. 2003, 2(12), 509-516 [cit. 2023-04-03]. ISSN 1684-5315. Dostupné z: doi:10.5897/AJB2003.000-1101.

HE, Jin, Hongwen LI, N. J. KUHN, Qingjie WANG a Xuemin ZHANG. Effect of ridge tillage, no-tillage, and conventional tillage on soil temperature, water use, and crop performance in cold and semi-arid areas in Northeast China. *Soil Research* [online]. 2010, 48(8) [cit. 2023-04-23]. ISSN 1838-675X. Dostupné z: doi:10.1071/SR09155.

HEGGLIN, Django, Maurice CLERC a Hansueli DIERAUER. Redukované zpracování půdy: možnost využití v ekologickém zemědělství. Přeložil Radomil HRADIL. Olomouc: Bioinstitut, 2015. Praktická příručka (Bioinstitut). ISBN 978-80-87371-26-8.

HEJNÁK, Václav. Fyziologie rostlin. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-1667-6.

HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Minimalizace zpracování půdy. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.

HŮLA, Josef. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí: uplatněná certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2010. ISBN 978-80-86884-53-0.

IBRAHIM, Hossam.M. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density. APCBEE Procedia [online]. 2012, 4, 175-182 [cit. 2023-04-24]. ISSN 22126708. Dostupné z: doi:10.1016/j.apcbee.2012.11.030.

ION, Viorel, Georgeta DICU, Adrian Gheorghe BASA, Marin DUMBRAVA, Georgeta TEMOCICO, Lenuta Iuliana EPURE a Daniel STATE. Sunflower Yield and Yield Components under Different Sowing Conditions. Agriculture and Agricultural Science Procedia [online]. 2015, 6, 44-51 [cit. 2023-04-24]. ISSN 22107843. Dostupné z: doi:10.1016/j.aaspro.2015.08.036.

Jursík M., Kočárek M., Kolářová M., Tichý L. (2020): Effect of different soil and weather conditions on efficacy, selectivity and dissipation of herbicides in sunflower. Plant Soil Environ., 66: 468–476.

JURSÍK, Miroslav, Josef HOLEC, Pavel HAMOUZ a Josef SOUKUP. Biologie a regulace plevelů. České Budějovice: Kurent, 2018. ISBN isbn978-80-87111-71-0.

KAYA, Yalçın, et al. Clearfield technology in sunflower and developing herbicide resistance sunflower hybrids. *Soil-Water Journal*, 2013, 2.2: 1713-1720.

Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Nakladatelství Profi Press, s. r. o., Praha. 399 s. ISBN 978-80—86726-34-2.

KAZDA, Jan, Karel ŘÍHA, Martina STEJSKALOVÁ a Tomáš SPITZER. Ochrana slunečnice roční (*Helianthus annuus*) proti chorobám a živočišným škůdcům podle zásad IOR: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. ISBN 978-80-213-2818-1.

Kontrola podmíněnosti: Cross compliance : průvodce zemědělce Kontrolou podmíněnosti platný pro rok ... 2019. Praha: Ministerstvo zemědělství, [2019]. ISBN 978-80-7437-510-4.

KOUWENHOVEN, J.K, U.D PERDOK, J BOER a G.J.M OOMEN. Soil management by shallow mouldboard ploughing in The Netherlands. *Soil and Tillage Research* [online]. 2002, 65(2), 125-139 [cit. 2023-04-23]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/S0167-1987(01)00271-9.

KŘEN, Jan, Lubomír NEUDERT, Blanka PROCHÁZKOVÁ, Vladimír SMUTNÝ a Josef HŮLA. Obecná produkce rostlinná. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-327-1.

Kverneland Group Czech s.r.o. 2022. Stroje na zpracování půdy. Kverneland Beroun. Available from <https://cz.kverneland.com/Zpracovani-pudy/Podmitace/Strip-Till/kverneland-kultistrip> (accessed April 2023).

LAUFER, Daniel, Bernhard LOIBL, Bernward MÄRLÄNDER a Heinz-Josef KOCH. Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Central Europe. *Soil and Tillage Research* [online]. 2016, 162, 1-7 [cit. 2023-04-11]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2016.04.007.

LICHT, Mark A. a Mahdi AL-KAISI. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil and Tillage Research* [online]. 2005, 80(1-2), 233-249 [cit. 2023-04-10]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2004.03.017

MÁLEK, Božetěch, Jiří ANDR a Miroslav JURSIK. Slunečnice: technologie pěstování. České Budějovice: Kurent, 2013. ISBN 978-80-87111-41-3.

RUFFO, Matías L., Fernando O. GARCÍA, Germán A. BOLLERO, Karina FABRIZZI a R. A. RUIZ. Nitrogen Balance Approach to Sunflower Fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* [online]. 2007, 34(17-18), 2645-2657 [cit. 2023-04-07]. ISSN 0010-3624. Dostupné z: doi:10.1081/CSS-120024791.

MARKELL, Samuel G., Robert M. HARVESON, Charles C. BLOCK a Thomas J. GULYA. Sunflower Diseases. In: *Sunflower* [online]. 1. North Dakota, USA: Elsevier, 2015, 2015, s. 93-128 [cit. 2023-04-03]. ISBN 9781893997943. Dostupné z: doi:10.1016/B978-1-893997-94-3.50010-6

MIKULKA, Jan. Plevelle polních plodin. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-60-1. Ministerstvo zemědělství ČR. 2023. Portál farmáře. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/kontroly-podminenosti/uzivatelske-prirucky/> (accessed April 2023).

NESHEV, Nesho, Dobrinka BALABANOVA, Mariyan YANEV a Anyo MITKOV. Is the plant biostimulant application ameliorative for herbicide-damaged sunflower hybrids?. *Industrial Crops and Products* [online]. 2022, 182 [cit. 2022-05-06]. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2022.114926.

NOVÁK, Jan a Milan SKALICKÝ. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Čtvrté vydání. Praha: Powerprint, 2017. ISBN 978-80-7568-036-5.

NOWATZKI, John; ENDRES, Greg; DEJONG-HUGHES, Jodi. Strip Till for Field Crop Production: Equipment, Production, Economics. 2008.

ÖZER, H., T. POLAT a E. ÖZTÜRK. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. *Plant, Soil and Environment* [online]. 2004, 50(5), 205-211 [cit. 2023-04-02]. ISSN 12141178. Dostupné z: doi:10.17221/4023-PSE.

PASDA, G. a W. DIEPENBROCK. Die physiologische Ertragsanalyse der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) Teil I: Biologische Grundlagen und Ertragsbildung. *Lipid / Fett* [online]. 1990, 92(8), 297-310 [cit. 2023-04-06]. ISSN 0931-5985. Dostupné z: doi:10.1002/lipi.19900920802.

Pionner Hi – Bred. 2022. Katalog osiv 2022. Pioneer Hi - Bred Northern Europe Sales Division GmbH, organizační složka. Opletala 1279, 690 02 Břeclav. Available from <http://www.pioneercz.cz> (accessed April 2023).

PIQUÉ, J., M. EIZAGUIRRE a X. PONS. Soil insecticide treatments against maize soil pests and corn borers in Catalonia under traditional crop conditions. *Crop Protection* [online]. 1998, 17(7), 557-561 [cit. 2023-04-23]. ISSN 02612194. Dostupné z: doi:10.1016/S0261-2194(98)00044-1.

PROCHÁZKA, Ivan. Pěstování rostlin v tabulkách: -stručně, jasně, přehledně. 2001. Třebíč: FEZ, c2001. ISBN 80-901789-8-7.

RUFFO, Matías L., Fernando O. GARCÍA, Germán A. BOLLERO, Karina FABRIZZI a R. A. RUIZ. Nitrogen Balance Approach to Sunflower Fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* [online]. 2007, 34(17-18), 2645-2657 [cit. 2023-04-07]. ISSN 0010-3624. Dostupné z: doi:10.1081/CSS-120024791

SCHNEITER, Albert A., ed. *Sunflower Technology and Production* [online]. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1997 [cit. 2023-03-27]. *Agronomy Monographs*. ISBN 9780891182276. Dostupné z: doi:10.2134/agronmonogr35

SMITH, Bruce D. The domestication of *Helianthus annuus* L. (sunflower). *Vegetation History and Archaeobotany* [online]. 2014, 23(1), 57-74 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0939-6314. Dostupné z: doi:10.1007/s00334-013-0393-3.

SPOOR, G. Ploughing and non-ploughing techniques. *Soil and Tillage Research* [online]. 1991, 21(1-2), 177-183 [cit. 2023-04-23]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/0167-1987(91)90017-R.

Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: ... vyhodnocovací seminář ... : sborník. 2022. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, [2022]. ISBN 978-80-88410-14-0.

ŠKODA, Vítězslav. Obecná produkce rostlinná. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 80-213-0450-2.

ŠPALDON, Emil. Rostlinná výroba. Bratislava: Příroda, 1982. ISBN 4029-07-124-86.
TEKSL, Milan. Pěstování rostlin: učebnice pro střední zemědělské školy. Vyd. 2. Praha: Credit, 1999. ISBN 80-902295-7-3.

THOMAS, G, R DALAL a J STANDLEY. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. *Soil and Tillage Research* [online]. 2007, 94(2), 295-304 [cit. 2023-04-23]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2006.08.005.

TOOR, Gurpal S., Yun-Ya YANG, Srabani DAS, Suzanne DORSEY a Gary FELTON. Soil health in agricultural ecosystems: Current status and future perspectives [online]. In: . Elsevier, 2021, 2021, s. 157-201 [cit. 2023-04-23]. *Advances in Agronomy*. ISBN 9780128245897. Dostupné z: doi:10.1016/bs.agron.2021.02.004.

VACH, Milan a Miloslav JAVŮREK. Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2010. ISBN 978-80-7427-050-5.

VANDENBRINK, Joshua P., Evan A. BROWN, Stacey L. HARMER a Benjamin K. BLACKMAN. Turning heads: The biology of solar tracking in sunflower. *Plant Science* [online]. 2014, 224(224), 20-26 [cit. 2023-04-01]. ISSN 01689452. Dostupné z: doi:10.1016/j.plantsci.2014.04.006.

VANĚK, Václav, Jiří BALÍK, Milan PAVLÍK, Daniela PAVLÍKOVÁ a Pavel TLUSTOŠ. Výživa a hnojení polních plodin. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-79-3.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. 2023. eKatalog BPEJ. VÚMOP Praha. Available from <https://bpej.vumop.cz> (accessed April 2023).

ZAREA, Mohammad J., Amir GHALAVAND a Jahanfar DANESHIAN. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. *Agronomy for Sustainable Development* [online]. 2005, 25(4), 513-518 [cit. 2023-04-24]. ISSN 1774-0746. Dostupné z: doi:10.1051/agro:2005052.

ZUBILLAGA, M. M., J. P. ARISTI a R. S. LAVADO. Effect of Phosphorus and Nitrogen Fertilization on Sunflower (*Helianthus annus* L.) Nitrogen Uptake and Yield. *Journal of Agronomy and Crop Science* [online]. 2002, 188(4), 267-274 [cit. 2023-04-06]. ISSN 0931-2250. Dostupné z: doi:10.1046/j.1439-037X.2002.00570.x.

