

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Redukované zpracování půdy pro cukrovou řepu

Bakalářská práce

Autor práce: Jaroslav Havlát

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Redukované zpracování půdy pro cukrovou řepu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za vedení a pomoc při psaní práce. Dále děkuji firmě Zemědělská společnost Žerčice s.r.o., že mi bylo umožněno provést polní pokus na jejich pozemku a také za poskytnuté informace.

Redukované zpracování půdy pro cukrovou řepu

Souhrn

V bakalářské práci bylo cílem specifikovat vliv redukovaného zpracování půdy na výnos cukrové řepy. Dále pomocí polního experimentu byl ověřován vliv založení porostu cukrové řepy technologií s celoplošným kypřením půdy bez obracení, bez předseťové přípravy a technologií s celoplošným kypřením, s předseťovou přípravou na vzcházivost rostlin a výnos bulev. Předpokladem bylo snížení výnosu bulev v důsledku horší vzcházivosti rostlin.

Polní experiment byl založen v obci Žerčice v podniku Zemědělská společnost Žerčice s.r.o. Na podzim byla na celém pozemku provedena podmínka a následně hloubkové kypření. V jarním období byla část pozemku ohraničena pro variantu bez předseťové přípravy a na zbytku pozemku byla provedena předseťová příprava. Setí proběhlo 11.4.2022 na obou variantách. Během vegetace byly sledovány parametry pro vyhodnocení použitých technologií. Sledované parametry byly počet rostlin, vyprodukovaná nadzemní biomasa chrástu, hmotnost řepných bulev a cukernatost bulev. Na konci bylo provedeno finanční vyhodnocení obou technologií.

Výsledky polního experimentu ukázaly, že redukované zpracování půdy nemá výrazný vliv na počet rostlin/ha. Větší množství nadzemní biomasy chrástu/ha bylo vyprodukováno ve variantě s předseťovou přípravou, avšak rozdíl nebyl výrazný. Stejně tak průměrná hmotnost bulev/ha, která vyšla opět lépe ve variantě s předseťovou přípravou, avšak vliv redukovaného zpracování půdy na výnos bulev nebylo možné prokázat. V technologii s redukovaným zpracováním půdy dosáhla vyšších hodnot průměrná cukernatost bulev, která se mezi variantami však lišila v minimální hodnotě. Celkový výnos řepných bulev/ha vyšel lépe v technologii na kontrolní variantě, ale rozdíl oproti technologii s redukovaným zpracováním půdy byl minimální. Dle finančního vyhodnocení vyšel výsledek hospodaření lépe u technologie s předseťovou přípravou, avšak lišil se v minimálním množství oproti technologii bez předseťové přípravy.

Vliv redukovaného zpracování půdy na snížení výnosu cukrové řepy nebyl prokázán. Počet rostlin/ha byl sice nižší u technologie s redukovaným zpracováním půdy, avšak nelze prokázat, že by měl výrazný vliv na výnos řepných bulev.

Klíčová slova: cukrová řepa, zpracování půdy, výnos bulev

Reduced tillage for sugar beet

Summary

The aim of the bachelor's thesis was to specify the effect of reduced tillage on sugar beet yield. Then, using a field experiment, the influence of the establishing a sugar beet stand using technology with full – surface loosening of the soil without pre – sowing preparation and technology with full – surface loosening with pre – sowing preparation on plant germination and tuber yield was verified. The assumption was a reduction in the yield of tubers due to poorer germination of the plants.

The field experiment was established in the village Žerčice, in the company Zemědělská společnost Žerčice, s.r.o. There was the entire plot mulched and then deep loosened in autumn. In spring, a part of the plot was demarcated for the variant without pre – sowing preparation and on the rest of the plot was performed pre – sowing preparation. Sowing took place on 11 April 2022 on both variants. During the vegetation, parameters were monitored to evaluate the used technologies. The monitored parameters were the number of plants, produced above – ground biomass of scab, the weight of the beet tubers and the sugar content of tubers.

The results of the field experiment showed, that reduced tillage does not have a significant effect on the number of plants/ha. A greater amount of above – ground scab biomass/ha was produced in the variant with pre – sowing preparation, however, the difference was not significant. Similarly, the average weight of tubers/ha, which was again better in the variant with pre – sowing preparation, but the effect of reduced tillage on the yield of tubers could not be demonstrated. In technology with reduced tillage, the average sugar content of tubers reached higher values, however, the difference between the variants was minimal. The total yield of beet tubers/ha was better in the control variant technology, but the difference compared to the reduced tillage technology was minimal. According to the financial evaluation, the economic result came out better in technology with pre – sowing preparation, however, the difference was a minimal to technology without pre – sowing preparation.

The effect of reduced tillage on sugar beet yield reduction was not proven. Although the number of plants/ha was lower in the technology with reduced tillage, but can not be proven, that it had a significant effect on the yield of beet tubers.

Keywords: sugar beet, tillage, tuber yield

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíle a hypotézy	8
3 Literární řešerše	9
3.1 Biologická charakteristika cukrové řepy.....	9
3.1.1 Chemické složení cukrové řepy.....	10
3.2 Význam pěstování cukrové řepy v ČR a ve světě.....	10
3.2.1 Historie pěstování cukrové řepy v ČR.....	11
3.2.2 Historie pěstování cukrové řepy ve světě.....	11
3.3 Agrotechnika pěstování.....	13
3.3.1 Zařazení do osevního postupu.....	13
3.3.2 Struktura porostu.....	13
3.3.3 Zpracování půdy.....	14
3.3.4 Výživa a hnojení.....	17
3.3.5 Choroby a škůdci.....	21
3.3.6 Plevel.....	22
3.3.7 Výnosové parametry.....	23
3.3.8 Kvalitativní parametry bulev.....	23
3.3.9 Sklizeň.....	24
3.3.10 Systémy redukováného zpracování půdy.....	25
4 Metodika	27
4.1 Zemědělská společnost Žerčice s.r.o.	27
4.2 Počasí během pěstitelského roku 2021/2022	27
4.3 Agrotechnika a technologická karta	29
4.4 Sledované parametry.....	36
5 Výsledky	39
5.1 Vyhodnocení počtu rostlin/ha.....	39
5.2 Vyhodnocení nadzemní biomasy chrástu.....	39
5.3 Vyhodnocení dle průměrné hmotnosti bulev.....	40
5.4 Vyhodnocení cukernatosti bulev.....	41
5.5 Finanční vyhodnocení pracovních operací.....	41
6 Diskuze	44
7 Závěry a doporučení pro praxi	46
8 Seznam literatury	47

1 Úvod

Zpracování půdy je odjakživa důležitou součástí pěstování polních plodin a jinak tomu není ani u cukrové řepy. Kvalitně zpracovaná půda je společně s dalšími faktory základním předpokladem pro úspěšné vedení porostu cukrové řepy během vegetace. Technologií na zpracování půdy je v současné době mnoho, důležité je však zvolit optimální technologii vzhledem k půdním podmínkám a stavu půdy.

Donedávna byla používána výhradně technologie s obracením půdy pomocí orebního tělesa, postupně však tato technologie začíná být nahrazována minimalizačními technologiemi. Hlavním znakem minimalizačních technologií je redukované zpracování půdy, kdy se některé pracovní operace sloučí, případně vynechají. Rozdílný je i způsob zpracování půdy, přičemž nedochází k obracení půdy, ale pouze k jejímu nakypření a promíchání. Kypření půdy bývá prováděno pomocí hloubkových kypřičů, které zpracovávají půdu do větších hloubek než orební tělesa a nechávají část posklizňových zbytků na povrchu půdy. Výhody minimalizačních technologií spočívají v omezení rizika vodní eroze, ve zlepšení půdních vlastností a v lepším hospodaření s půdní vláhou. Snížení počtu pracovních operací též značně redukuje náklady na pohonné hmoty.

Ve světě se převážně využívají technologie s minimálním zpracováním půdy či rovnou setí do nezpracované půdy. Hlavně technologie Strip – Tillage, která se vyznačuje zpracováním půdy v pásech. U technologie No – Tillage se setí provádí přímo do nezpracované půdy, kde zůstávají všechny posklizňové zbytky na povrchu půdy. Tyto technologie značně snižují riziko vodní eroze, zlepšují půdní podmínky a snižují náklady na pracovní operace.

Pro pěstování cukrové řepy v ČR se často využívá konvenční způsob zpracování půdy, založený na obracení vrchní části půdy. Snaha moderního zemědělství je však používat redukované zpracování půdy založené na minimalizačních technologiích. Touto cestou se vydal i podnik, zvolený pro realizaci polního experimentu. Práce se zaměřuje na specifikaci technologií zpracování půdy od konvenčního způsobu až po setí do nezpracované půdy pro porost cukrové řepy. Dále se zaměřuje na různé technologie pěstování cukrové řepy od přípravy půdy až po sklizeň a na porovnání dosažených výsledků v technologiích s celoplošným kypřením půdy bez předset'ové přípravy a po předset'ové přípravě.

2 Cíle a hypotézy

Cíl práce:

V rámci bakalářské práce byly stanoveny dva dílčí cíle:

1. Dílčím cílem bylo na základě literární rešerše specifikovat vliv redukováného zpracování půdy (celoplošné kypření, Strip - Tillage a setí do nezpracované půdy) na výnos cukrové řepy.
2. Dalším dílčím cílem bylo na základě polních experimentů ověřit vliv založení porostů cukrové řepy na plochách s celoplošným kypřením půdy bez obracení, bez provedení předseťové přípravy a po předseťové přípravě na výnos cukrové řepy.

Hypotéza:

Eliminace předseťové přípravy půdy při založení cukrové řepy po provedení celoplošného kypření vede ke snížení výnosu, v důsledku horší vzcházivosti rostlin.

3 Literární rešerše

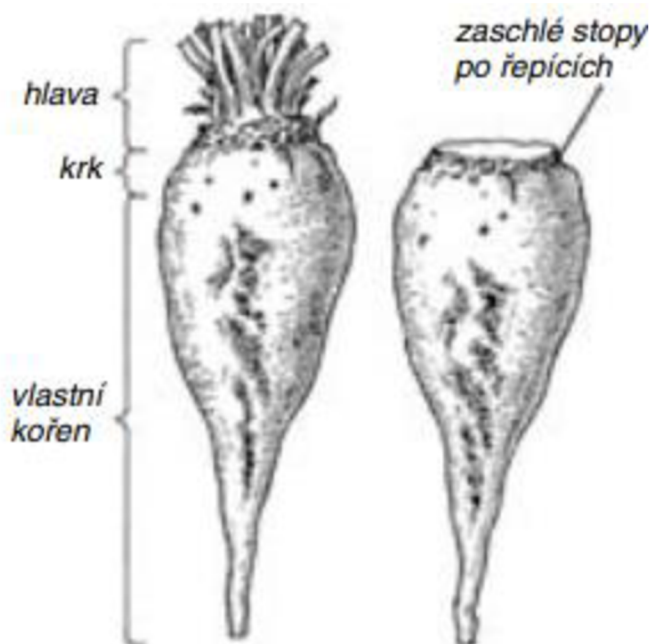
3.1 Biologická charakteristika cukrové řepy

Cukrová řepa (*Beta vulgaris L.*) patří mezi hospodářsky dvouleté plodiny z čeledi merlíkovité. První vegetační rok vytvoří bulvu a listovou růžici. V dalším roce vyrůstá z osy srdéčka hlavní lodyha a vedlejší lodyhy z pupenů v úžlabí, na kterých jsou generativní orgány. Bulva je podzemní část rostliny bez listů, tvar má vřetenovitý a protáhlý, připomínající tvar kužele (obr. 1). Je tvořena hlavou (epikotyl), což je horní část rostliny, ze které vyrůstá růžice listů. Další částí je krk (hypokotyl), který se nachází mezi hlavou a vlastním kořenem a nemá na sobě žádné listy ani kořeny. Poslední částí je vlastní kořen (radix), největší část umístěná na spodu bulvy. Z vlastního kořene vyrůstají postranní kořínky (Taufarová et al. 2014). Vlastní kořen slouží k čerpání vody a živin z půdy (Jůzl et al. 2000). Tvar a délka vlastního kořene jsou důležité při hodnocení výnosnosti cukrovky (Taufarová et al. 2014). Největší podíl sacharózy se nachází právě ve vlastním kořeni (Pelikán et al. 1999).

Hlava bulvy může nést až 30 listů, přičemž ty staré postupně odumírají. Tvar listů je obvykle oválný, případně trojúhelníkovitý. Povrch listu bývá nepravidelný a drsný. Zhruba polovina listu je složena z řapíku, zbytek listu je tvořen listovou čepelí. Pro růst rostliny je důležité, aby měla zdravé listy (Asadi 2007).

Mezi hlavní schopnosti cukrovky patří vytváření většího počtu kruhů cévních svazků v kúlovém kořeni a v nadzemním stonku osním. Důsledkem je rozšíření a zhutnění cévní soustavy uvedených orgánů, což se odráží ve stavbě a fyziologických procesech v celé rostlině (Rybáček et al. 1985).

Obr. 1. Části řepné bulvy (Pulkrábek et al. 2007).



3.1.1 Chemické složení cukrové řepy

Podle technologického hlediska jsou látky obsažené v cukrové řepě rozděleny na řepnou dřev a řepnou šťávu. Obecně je v cukrové řepě 76 % vody a 24 % sušiny. Řepnou dřev tvoří ve vodě nerozpustné látky, hlavně pentosany, pektiny a celulóza. Mezi další složky řepné dřev patří lignin, bílkoviny a další organické látky (Jůzl & Elzner 2014). Řepná šťáva je složena z vody a v ní rozpuštěných látek. Obsah látek řepné bulvy je ze 76 % voda a z 18 % látky ve vodě rozpustné. Hlavní ve vodě rozpustnou složkou je sacharóza (z 87 %), která je hlavním ukazatelem pro hodnocení technologické jakosti cukrovky. Obsah sacharózy v cukrovce bývá nejčastěji 15 - 20 % (Taufarová et al. 2014). Ostatní rozpuštěné látky se nazývají necukry či doprovodné látky. Jednotlivé složky řepné šťavy se zjišťují pomocí analýzy šťavy, vylisované z řepné kaše (Jůzl & Elzner 2014).

3.2 Význam pěstování cukrové řepy v ČR a ve světě

Cukrová řepa je pěstována především za účelem výroby cukru, který se na celém světě používá jako sladidlo. Ročně se vyrobí 140 - 150 mil. tun bílého cukru (Pulkrábek et al. 2007). Cukr můžeme získat ze dvou plodin, cukrové třtiny, ze které je vyráběno zhruba 80 % cukru a cukrové řepy, ze které se vyrábí pouze 20 % cukru. Cukrová třtina tedy dominuje světové produkci cukru a ve velkém množství se pěstuje především v tropických oblastech. Narozdíl od cukrové řepy, která je v podstatě novou plodinou, se třtinový cukr pěstuje už po mnoho staletí. Pěstování cukrové řepy má zásadní roli v zemědělství 52 zemí, nacházejících se převážně v mírném pásmu, mezi které patří země střední a jižní Evropy či USA. Využití a spotřeba cukru ve světě stále roste, v důsledku sladících, energetických a konzervačních vlastností, které tato plodina má, i navzdory růstu produkce umělých sladidel. Za posledních 60 let se celosvětová spotřeba řepného cukru pětinasobně zvýšila a vše nasvědčuje tomu, že spotřeba dále poroste (Francis 2006). Za největšího producenta cukrové řepy je považována Evropská Unie, kde má největší rozsah pěstování Německo a Francie, s průměrným podílem 26 % celkové plochy EU. Česká republika je považována také za významného pěstitele, s 3,6 % podílu na celkové ploše je na 6. místě (Nágllová et al. 2022).

Kromě cukru produkuje cukrová řepa i další suroviny, využívající se v zemědělství. Jedním z nich jsou skrojky (chrást), které dříve sloužily jako krmení pro hospodářská zvířata (Rybáček et al. 1985). V současné době se používají jako organické hnojivo do půdy, kdy při sklizni dochází ke skrojení chrástu, rozdrčení, rozmetání po poli a následném zapravení při zpracování půdy po sklizni (Pulkrábek et al. 2007).

Při zpracování cukrové řepy v cukrovaru vznikají odpadní složky, které se též dají využít v zemědělství. Mezi ně patří saturační kaly, sloužící jako organické hnojivo do půdy. Další složkou je melasa, tmavá a hustá kapalina se sladkou chutí, využívající se v kvasném průmyslu. Cukrovka slouží k výrobě lihu, droždí a dalších surovin. Je možné ji přidávat do krmných směsí hospodářských zvířat. Pro krmení hospodářských zvířat se též využívají vyslazené řízky, které se nejčastěji silážují. Jedná se o sacharidové krmivo, dobře stravitelné pro zvířata, s vyšším obsahem vápníku (Rybáček et al. 1985).

Zpracování cukrové řepy našlo své uplatnění i v lihovarnictví, kde se z cukrovky vyrábí líh. Ten má široké uplatnění na trhu, vedle výroby alkoholu slouží též k výrobě bioetanolu, který je složkou biopaliv (Schweitzer 2009). Uvádí se, že z 1 ha cukrové řepy se dá vyrobít až 7000 l alkoholu, který se využije při výrobě lihobenzínových směsí (Švachula & Pulkrábek 2020). K výrobě lihu se též dá využít i melasa (Kumar et al. 2009).

V osevním postupu má cukrová řepa funkci zlepšující plodiny a výborné předplodiny. Při konvenční přípravě půdy pomocí hluboké orby a dostatečném organickém hnojení cukrovka zúrodňuje půdu a přispívá ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy (Švachula & Pulkrábek 2020).

3.2.1 Historie pěstování cukrové řepy v ČR

Ve třicátých letech 20. století měla cukrová řepa dominantní postavení v československém zemědělství a byla nazývána královnou polí (Pulkrábek et al. 2011). Pěstování cukrové řepy má u nás dlouholetou tradici. V první polovině 19. století se využívala jako tzv. technická plodina. Počátek rozvoje pěstování cukrové řepy na našem území se datuje od 30. let 19. století, konkrétně rok 1831, kdy byl založen cukrovar Dobrovice (Vrtílek 2019). Hlavní rozvoj nastal koncem 19. století, kdy na území našeho státu bylo vyprodukováno asi 3,5 mil. t cukrovky v kampani 1880/1881. Poslední desetiletí 19. století bylo obdobím volného obchodu a také ekonomické svobody. Další větší rozvoj v naší zemi nastal ve dvacátých letech 20. století. Tehdejší Československo bylo předním producentem cukrové řepy. V dalších letech měla na Československo negativní dopad ochranná opatření ze světa, kdy se méně výkonné země začaly soustředit na svou produkci cukru a pěstování cukrovky začalo být finančně méně výhodné. Mělo to i své výhody, zvýšila se pěstitelská odbornost a byly vytvořeny nové technologie pro zpracování cukrovky. Začaly se také šlechtit nové odrůdy cukrové řepy. I přes pokles pěstební plochy si tak české řepářství udrželo kvalitu a konkurenční schopnost (Smrčka et al. 2012).

Během druhé světové války, hlavně po ní, došlo k částečnému zničení tradice a konkurenceschopnosti naší země v porovnání s ostatními zeměmi. Během osmdesátých let 20. století činil výnos v Československu 4 t/ha polarizačního cukru. V sousedních zemích byl tento výnos dvojnásobný. Cukernatost u nás byla kolem 15 %, což oproti 18 % ve dvacátých letech byl velký propad. Také cukrovary začaly být zastaralé a vyžadovaly nemalé finanční částky na obnovu, což zapříčinilo postupné zavírání cukrovarů. V devadesátých letech 20. století byla situace nově privatizovaných cukrovarů značně nepřehledná. Postupně však probíhaly procesy, které vedly ke zvýšení výnosu cukrové řepy až na 60 t/ha. To už jsou hodnoty podobné hodnotám po vstupu ČR do EU. Začátkem 21. století se Česká republika stala srovnatelná ohledně výnosu cukrové řepy s ostatními řepářskými státy. Stále zde však máme určité rezervy. Teoreticky by byla možnost dosahovat ještě o 20 až 30 % vyšších výnosů cukrové řepy (Smrčka et al. 2012).

3.2.2 Historie pěstování cukrové řepy ve světě

První zmínky o cukrové řepě pochází z dob 5. století před naším letopočtem, kdy byla zmíněna řeckým básníkem v jedné z jeho her. Byla popsána jako zahradní rostlina, která může být využita mnoha způsoby. O 200 let později byla zmíněna v římské literatuře, kde byla poprvé

nazvána jako *Beta*. Ve středověku se cukrovka dostala do severních oblastí Evropy, avšak nebylo možné ji rozeznat od rostlin rodu *Brassica*. V 9. století byla cukrovka popsána jako plodina, která by se měla pěstovat v císařských zahradách. Pěstovala se v malém měřítku hlavně ve Francii a ve Španělsku v kláštorech. Na konci 15. století už se rozšířila téměř do celé Evropy, kde se pěstovala jako příloha k jídlu nebo jako krmivo (Cook 1993).

Cukrová řepa byla zpočátku méně pěstovanou plodinou, až do konce 19. století. Poté se potenciál výroby cukru z kořene stal nejžhavějším zemědělským příběhem té doby. Nejprve v Evropě a poté i ve Spojených státech (Kaufmann 2008).

Sladkost řepné šťávy byla poprvé objevena počátkem 17. století, zasloužil se o to Francouz Olivier de Serres. O necelých 150 let později došlo k získání prvního cukru z cukrové řepy, Němcem A. S. Marggrafem. Ten zjistil obsah 6,2 % cukru v bílé řepě a 4,5 % cukru v červené řepě (Stehlík et al. 1956). Větší rozmach cukrovarnictví nastal v období napoleonských válek. Roku 1806 byla vyhlášena tzv. kontinentální blokáda, která znemožnila obchodování s Velkou Británií a jejími koloniemi. Důsledkem byl nedostatek cukru v Evropě. Tím se začal rozvíjet výzkum o získávání cukru z cukrové řepy. Roku 1812 Francouz Benjamin Delessert přišel s technologií výroby cukru, která měla úspěch. Ve velkém se začala pěstovat cukrová řepa a z ní vyrábět cukr. Po konci Napoleonských válek však došlo k poklesu a zvýšení konkurence, neboť se obnovil dovoz cukrové třtiny, jakožto hlavního zdroje cukru před obdobím Napoleona (Machková 2013).

Během průmyslové revoluce došlo k modernizaci a racionalizaci zpracování a výroby cukru. Největší evropskou velmocí ve výrobě cukru byla v té době Francie. Také se zvýšila dostupnost cukru pro běžné obyvatelé. První světová válka měla velký dopad na produkci cukrové řepy. Došlo ke znehodnocení zemědělské půdy a devastaci řady cukrovarů, což mělo vliv na pokles výroby a pěstování cukrovky. Obnova vyžadovala velké finanční prostředky, kvůli kterým skončilo množství malých podniků a cukrovarů. Na trh se dostaly velké firmy s dostatkem financí. Podobná situace nastala i po 2. světové válce. Ve Francii došlo k velkému nárůstu cukrovarnického průmyslu a ta se stala velmocí. Byla hlavním iniciátorem vzniku Společné zemědělské politiky a organizace trhu s cukrem (SOT) roku 1968 (Machková 2013).

Hlavním důvodem založení systému bylo udržení konkurenceschopnosti produkce řepného cukru v porovnání s výrobou cukru třtinového. Cílem bylo udržení soběstačnosti výrobců, garance jejich příjmu a odbytu cukrové řepy. Systém se řídil čtyřmi opatřeními. Mezi ně patřili intervenční ceny, dovozní omezení, výrobní kvóty a podpora vývozu. Zpočátku byly náklady pokrývány, avšak garantované příjmy vedly k nadprodukcí cukrové řepy. To bylo v rozporu s principem samofinancování. Nově zvýšené poplatky za nadprodukcí ji zabránit nedokázaly. Proto se i spotřebitelé začali nepřímo podílet na jejím financování. Důležitý význam mělo připojení Cukerního protokolu, podle kterého se odebírá předem určené množství cukru při garantované ceně od členů ACP (rozvojové země z oblastí Karibiku, Pacifiku a Afriky), se kterými byla podepsána tzv. Dohoda z Lomé vlivem vstupu Velké Británie, Irska a Dánska do společenství v roce 1975. Větší reforma SOT s cukrem nastala v roce 1995, kdy vznikla Světová obchodní organizace (WTO), která kritizovala zavedený systém kvůli špatnému rozdělení zdrojů, poškozování rozvojových zemí a dalším. To vyústilo návrhem změny dotační politiky producentů cukru v roce 2004. Hlavní cíle byly posílení konkurenceschopnosti cukrovarnického průmyslu, zlepšení jeho zaměření na trhu a vytvoření

udržitelné rovnováhy na trhu. Důsledkem reformy byl pokles pěstitelů cukrové řepy a počet cukrovarů, naopak se zvýšil počet rafinerií (Šustrová 2014).

Dominantní pěstování cukrové řepy mají vyspělé evropské státy. Jejich roční produkce řepného cukru se od 60. let 20. století zvýšila z 14 mil. tun na 30 mil. tun (k roku 2006). V rozvojových zemích naopak klesla roční produkce ze 7 mil. tun na 6 mil. tun ve stejném období. Důvodem je zeměpisná poloha rozvojových zemí, kde jsou lepší podmínky pro pěstování cukrové třtiny (Pokorná et al. 2011).

3.3 Agrotechnika pěstování

3.3.1 Zařazení do osevního postupu

Správné zařazení cukrové řepy do osevního postupu je základní podmínkou udržení, případně zlepšení půdní struktury. Při výběru plodin je důležité se řídit tzv. předplodinovou hodnotou, která charakterizuje všechny vlastnosti plodin nutné pro jejich správné pěstování. Cukrová řepa je vnímána jako velmi dobrá předplodina, protože bývá hnojena statkovými hnojivy a zanechává na poli velké množství posklizňových zbytků (Káš et al. 2022).

Vhodnými předplodinami jsou ozimé obilniny, u kterých se cukrová řepa používá jako tzv. přerušovač obilných sledů. Naopak jako nevhodné předplodiny jsou považovány jeteloviny a kukuřice, kvůli horší vzcháživosti rostlin, zapříčiněné nerozloženými posklizňovými zbytky. Pěstování cukrové řepy dva roky po sobě není dobrou volbou z hlediska nárůstu chorob a škůdců a jednostranného čerpání živin z půdy. Nedoporučuje se ani zařazovat brukvovité plodiny a meziplodiny do osevního postupu s vyšším zastoupením cukrové řepy, kvůli možnému výskytu háďátka řepného (Pulkrábek et al. 2007).

V osevním postupu se po cukrové řepě nejčastěji zařazuje ozimá pšenice, pro kterou je však důležitý termín sklizně cukrovky a stav půdy. Je žádoucí, aby půda nebyla příliš utužená a bylo možné provést setí bez orby. V minulosti byla cukrová řepa brána jako výborná předplodina pro sladovnický ječmen, nyní se však nedoporučuje kvůli možnému zhoršení sladovnické hodnoty v důsledku zaorávání řepného chrástu (Pulkrábek et al. 2007).

V současné době se používají převážně dva typy osevních postupů. Pro podniky s živočišnou výrobou se uplatňuje osevní postup s 11 - 25 % podílu cukrové řepy, ve kterém bývá cukrovka hnojena chlévským hnojem a umístěna mezi dvě obilniny. Následné pěstování cukrovky na stejném pozemku se doporučuje po 3 - 4 letech (Pulkrábek et al. 2007).

Společnosti nezabývající se chovem hospodářských zvířat mají osevní postupy specializované. Podíl cukrové řepy může být až 40 % bez poklesu výnosu. Místo hnojení chlévským hnojem se zaorávají posklizňové zbytky (sláma a chrást) a pěstují meziplodiny, které se též zaorávají (Pulkrábek et al. 2007).

3.3.2 Struktura porostu

Důležitými ukazateli struktury porostu jsou meziřádková vzdálenost, vzdálenost výsevu v řádku a vzcháživost rostlin. Cukrová řepa se řadí mezi plodiny širokořádkové, proto se obvykle volí meziřádková vzdálenost 0,45 m, avšak je možné provést setí i do 0,50 m vzdálených řádků od sebe. Pro optimální určení vzdálenosti rostlin v řádku pěstitelé vychází z řady faktorů, kterými je tato hodnota ovlivněna. Důležitými faktory jsou kvalita předseťové

přípravy a kvalita vybraného osiva. V praxi je využívána vzdálenost 0,18 – 0,21 m. Nižší výsevní vzdálenost se používá hlavně na pozemcích, kde je dlouhodobý problém s mezerovitostí porostu a též je možné ji využít při setí na souvracích. Pro vyšší vzdálenost výsevu je potřeba mít ideálně připravenou půdu s optimálními podmínkami (Pulkrábek et al. 2007; Chochola 2010).

Dle Rybáčka (1985) je vzcházivost rostlin důležitou vlastností, která má vliv na výsledný výnos. Při nižší vzcházivosti bývá porost řidší a náchylnější na zaplevelení. Vzcházivost rostlin se určuje pomocí absolutní vzešlosti porostu, která se získá procentuálním podílem teoreticky vzešlých rostlin a meziřádkové vzdálenosti. Dále se určuje pomocí relativní vzešlosti porostu, která charakterizuje procentuální podíl vzešlých rostlin dle teoretického počtu výsevní plochy, jež je obsazena klíčovými klubíčky. Za optimální vzcházivost porostu je považováno 70 – 85 % vzešlých rostlin.

Jedním z nejdůležitějších parametrů struktury porostu je počet rostlin v porostu, který významně rozhoduje o výnosu cukrovky. Tento parametr se dá ovlivnit vhodnou agrotechnikou a volbou kvalitního osiva. Důležitá je i ochrana porostu před pleveli, chorobami a škůdci. Jako optimální počet rostlin v porostu se uvádí hodnota 95 000 – 100 000 jedinců/ha. Při nižším počtu dochází ke snížení výnosu cukrové řepy v důsledku vyššího obsahu škodlivých necukrů, což má za následek snížení cukernatosti. Při vyšším počtu rostlin dochází k nedostatku živin, vláhy či světla a je tím také způsoben nižší výnos. (Pulkrábek et al. 2007; Jelič et al. 2019).

3.3.3 Zpracování půdy

Pěstování cukrové řepy s sebou nese řadu nároků a podmínek nutných pro optimální pěstování. Cukrová řepa patří mezi plodiny náročné na půdní podmínky a optimální přípravu půdy s dostatkem živin. Při zpracování půdy je důležité, aby pěstitelé zvolili ideální operace pro udržení či zlepšení půdní úrodnosti (Pulkrábek et al. 2016).

Základním úkolem zpracování půdy pro cukrovou řepu je vytvoření ideálních podmínek pro předseťovou přípravu, pro založení porostu, vysokou vzcházivost rostlin a kvalitní růst kořenové soustavy (Hůla & Procházková 2002).

Podzimní zpracování půdy

Úkolem podzimního zpracování půdy pro cukrovou řepu je udržet či zlepšit fyzikální a chemické vlastnosti ornice. V současnosti je mnoho způsobů, jak provést zpracování půdy pro cukrovku, z nichž hlavní jsou orebné (konvenční) a bezorebné (minimalizační) způsoby zpracování půdy. Podle způsobu kypření lze zpracování půdy rozdělit na operace s obracením půdy a bez obracení půdy, kdy dochází pouze ke kypření a míchání půdy (Estler & Knittel 1996). Je žádoucí, aby po podzimní přípravě půdy byla předseťová příprava možná provést co nejměleji a s menším počtem operací (Pulkrábek et al 2015).

Podmítka

První operací, prováděnou po sklizni předplodiny, je podmítka. Měla by se provést co nejdříve po sklizni z důvodu snížení evapotranspirace vody a zapravení plevelů. Podmítka bývá prováděna do hloubky 0,08 – 0,12 m pomocí talířového nebo radličkového kypřiče. Při variantě

pásového zpracování půdy (Strip - Tillage) se obvykle podmínka vynechává, je však možnost udělat Strip - Tillage i po podmítce (Pulkrábek et al. 2015).

Orba

Při konvenčním způsobu zpracování půdy se využívá tzv. systému trojí orby, který se skládá z již zmíněné podmítky, střední orby a hluboké orby. V tomto systému často dochází k vynechání podmítky a aplikování střední orby ihned po sklizni. Během střední orby dochází k zapravení statkových a průmyslových hnojiv, která se doporučuje zapravit ihned po jejich rozmetání na pole. Hloubka zpracování půdy by měla být do 0,20 m a optimální termín střední orby je od srpna do poloviny září (Minx & Diviš 1994).

Hluboká orba je prováděna do hloubky 0,30 m pomocí pluhu. Rozhodující je při orbě její kvalita a půdní vlhkost, přičemž by se nemělo orat za mokra z důvodu menšího drobení a většího utužení půdy. Vhodný termín hluboké orby je od konce září do poloviny října, jelikož později už bývá vlhkost půdy vyšší. Před zimou nebo už během orby je dobré urovnat hrubou brázdou pomocí bran pro udržení vláhy v povrchové vrstvě a pro snadnější předseťovou přípravu (Pulkrábek et al. 2007).

Minimalizace

Poslední dobou se trend zpracování půdy zaobírá snižováním počtu pracovních operací a ponecháním rostlinných zbytků na povrchu půdy. Mezi hlavní výhody minimalizace patří úspora nákladů na pohonné hmoty, pracovní sílu a pracovní stroje. Výhodou je i eliminace větrné a vodní eroze při zachování mulče na povrchu půdy (Václavík 1996).

Použití minimalizace má dobrý vliv na půdní strukturu, zároveň snižuje utuženost půdy a zlepšuje vlhkostní poměry. Dochází též k omezování vyplavení živin. Semena plevelů jsou rozmístěna převážně ve vrchní části půdy, kde mohou optimálně vyklíčit a následně být regulována pomocí herbicidů (Šuškevič 1995).

Dle Šuškeviče (1995) může použití minimalizačních technologií přinést zvýšení hrubého zisku až o 1200 Kč/ha, ve srovnání s konvenčním zpracováním půdy.

Minimalizace se však nedá aplikovat na všech pozemcích. Jsou oblasti, ve kterých se pěstitelé bez orby neobejdou, ať už z důvodu dodržení podmínek pro dotace, či ochraně životního prostředí (Buffett 2012).

Dle Hůly & Procházkové (2002) se minimalizační technologie rozdělují na dva způsoby, které mohou být používány. Prvním je ponechání posklizňových zbytků rostlin na povrchu půdy a druhým je redukování hloubky a intenzity zpracování půdy. Při výskytu více než 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy se technologie dá nazývat půdoochrannou.

Ideální postup při využití minimalizační technologie zpracování půdy pro cukrovou řepu je podmínka ihned po sklizni zhruba 0,12 m do hloubky. Po vzejití plevelů a výdrolu se provádí kypření pomocí hloubkového kypřiče do hloubky 0,20 – 0,30 m, přičemž dochází i k zapravení organického hnojení či meziplodiny (Chochola 2010). Kypřiče podporují vsakování vody do půdy a slouží k prohloubení orničního profilu (Pulkrábek et al. 2015).

Pro optimální podzimní zpracování půdy je nutné dodržet určitá pravidla, sloužící pro kvalitní přípravu a udržení úrodnosti půdy. Půda by neměla být zpracována za mokra, jelikož

může dojít k většímu utužení půdy namísto jejího rozdrobení. Obvykle se mění i hloubka zpracování, v důsledku prokluzu traktoru a s tím spojená vyšší spotřeba paliva. Proto je důležité zvolit správný termín operací. Důležité je i urovnání povrchu půdy, z důvodu snadnějšího jarního zpracování půdy a menší hrudovitosti. Pro rozrušení utužené půdy, obvykle na souvratích, je dobré použít hloubkové kypřiče, či parapluhy, které kypří půdu až do 0,40 m a odstraní ztuhlé vrstvy půdy. Měla by být též snaha o zabránění dalšího utužení půdy snížením počtu vjezdů na pozemek a optimálním zvolením strojů pro práci na pozemku (Chochola 2010).

Jarní zpracování půdy

Cílem jarní přípravy půdy je vytvoření optimálních podmínek pro snadné zasetí a vzcháživost rostlin, rozdrobení hrud po podzimní přípravě půdy, vytvoření výsevního lůžka pro semena a šetření půdní vláhou (Pulkrábek et al. 2007). Před zpracováním půdy se doporučuje zničit vytrvalé plevely totálním herbicidem, jelikož mechanické zásahy obvykle nestačí (Chochola 2010). Správná volba termínů operací je nutností pro kvalitní provedení předseťové přípravy (Pulkrábek et al. 2007).

Pro jarní přípravu půdy se využívá více systémů, od minimalizačních systémů až po setí přímo do nezpracované půdy. Všechny mají za cíl připravit půdu pro optimální vzcháživost rostlin a možnost co nejlepší kompletnosti porostu i v nepříznivých klimatických podmínkách, při použití co nejmenšího počtu pracovních operací (Pulkrábek et al. 2007).

První pracovní operací v jarní předseťové přípravě je urovnání povrchu po podzimním zpracování půdy. Využívá se kombinace smyku a bran, nazývána smykobrány. Ty mají za úkol prokypřit vrchní vrstvu půdy, aby se půda prohřála, urovnat povrch a případně rozrušit hroudy. Dochází též k mechanickému ničení plevelů. V další fázi předseťové přípravy se používají kombinátory, které jsou kombinací strojů pro urovnání povrchu a rozrušení hrud. Hloubka zpracování půdy kombinátory bývá stejná jako hloubka vlastní setí, obvykle 0,03 – 0,05 m. Při minimalizaci se často využívají pouze kombinátory bez provedení vláčení a smykování. Vlastní setí by mělo být provedeno co nejdříve po předseťové přípravě, ideálně tentýž den (Jůzl et al. 2000).

Setí

Cukrová řepa se řadí mezi plodiny vyžadující dlouhou vegetační dobu (170 - 210 dní), proto je důležité zvolit optimální termín výsevu. Doporučuje se vysévat cukrovku od 15. března do 15. dubna, avšak je možné, že do budoucna bude termín výsevu o něco ranější, vzhledem ke změně klimatu (Pavlu & Chochola 2018). Termín setí ovlivňuje délku vegetativní a generativní fáze, přičemž mezi nimi vytváří rovnováhu. Zároveň má také vliv na kvalitu sklizně a celkový výnos porostu (Fakhari et al. 2015).

Je potřeba brát v úvahu faktory, které termín setí ve značné míře ovlivňují, jako jsou teplota vzduchu půdy, která by měla být alespoň 5 °C, či vlhkostní poměry v půdě. Základním předpokladem pro setí cukrové řepy je kvalitně připravená půda, bez hrud a řádně urovnaná (Petkeviciene 2009).

Vlastní setí je prováděno pomocí pneumatických či mechanických přesných secích strojů, sloužících k přesnému výsevu plodiny. Hloubka setí se doporučuje 0,25 - 0,30 m, při

meziřádkové vzdálenosti 0,45 m (možno i 0,50 m). Vzdálenost rostlin mezi sebou bývá 0,17 - 0,21 m, za optimální výsevek je považováno 1,31 až 1,06 výsevních jednotek (Pulkrábek et al. 2007).

Pro kvalitní setí je důležitá funkce výsevní botky, zahrnovacích orgánů a rychlost pojezdu. Výsevní botka musí být ostrá, aby došlo k řádnému vytvoření rýhy, do které je vloženo semeno. Zahrnovací orgány slouží k zahrnutí semena zeminou, která je následně přimáčknuta zamačkávacím kolem. Je důležité, aby zamačkávací kolo při znečištění vlhkou zeminou nevytahovalo zasetá semena z půdy. Obecně vyšší pojezdová rychlost zhoršuje přesnost setí. Důležitou součástí secího stroje je možnost zakládání kolejových řádků pro následné pracovní operace během vegetace (Pulkrábek et al. 2007).

Momentálně se více rozvíjí minimalizační technologie při zakládání porostu cukrové řepy, mezi které patří technologie setí do mezplodin. Hlavní výhody této technologie jsou snížení intenzity zhutnění půdy a snížení proplavování živin do spodních vod. Tato metoda se využívá převážně po pěstování obilnin, kdy se po sklizni provede podmítka, střední orba a následně výsev mezplodiny. V jarním období se provede setí přímo do mezplodiny nebo případně mělká předseťová příprava s následným zasetím. Pro tuto technologii se používají speciální secí stroje, s možností přihnojení minerálním hnojivem a následným zapravením do půdy (Hůla & Procházková 2008).

Volba osiva

Pro úspěšné pěstování cukrové řepy je zapotřebí také kvalitní osivo, které má potenciál na dosažení optimálních výnosů (Kockelmann et al. 2010). K dispozici je mnoho registrovaných odrůd, jejichž vlastnosti a výnosový potenciál se neustále vyvíjí a zlepšuje šlechtěním. Většina používaných odrůd je hybridního charakteru s monogenně založenou jednoklíčkovostí. Obvyklá klíčivost odrůd bývá 95 % a výnosový potenciál přes 12 tun bílého cukru z hektaru. Dále jsou odrůdy šlechtěny na rezistenci vůči chorobám, škůdcům a stresům. Potenciál výnosu kořene dosahuje přes 90 t/ha (Prugar et al. 2008; McGrath & Panella 2018).

Při výběru osiva je nutno brát v úvahu podmínky konkrétních pozemků vůči jednotlivým odrůdám, jelikož každá odrůda je charakteristická odlišnými vlastnostmi a požadavky. Doporučuje se zohlednit výsledky odrůdových pokusů, které jsou součástí seznamu doporučených odrůd (Chochola 2010).

3.3.4 Výživa a hnojení

Při pěstování cukrové řepy je důležitým faktorem výživa a hnojení, ať už pro výživu porostu nebo pro zásobu živin v půdě (Amberger 1995). Cukrová řepa pro vysoký výnos biomasy potřebuje i velké množství živin, což může být i škodlivé. Nadměrné množství živin snižuje výnos cukrovky a její cukernatost, což je nežádoucí. Je proto důležité, aby pěstitel našel vhodný kompromis mezi optimálním výnosem a nežádoucími účinky hnojiv (Chochola 2010).

Cukrovka přijímá většinu živin z půdy, proto je důležité před jejím zasetím vytvořit dostatečnou zásobu živin v půdě, což souvisí i s kvalitní přípravou půdy, zařazením v osevním sledu a dostatečným organickým hnojením na podzim (Chochola 2010).

Organické hnojení je podstatnou součástí podzimní přípravy půdy. Z organických hnojiv se nejčastěji používá chlévský hnůj, optimální dávka bývá 40 t/ha s následným zaoráním. Nejdůležitější je zvolit ideální termín aplikace, který by měl být od poloviny září do poloviny října. Hnůj by měl být zaorán co nejdříve, ideálně ihned po rozmetání. Další používaná organická hnojiva jsou kejda se slámou, kompost či lihovarské výpalky a zelené hnojení. Jejich termín aplikace je stejný jako u chlévského hnoje (Pulkrábek et al. 2007).

Dle Richtera & Škarpy (2013) je zelené hnojení označováno jako univerzální organické hnojivo, které je schopno z poloviny nahradit chlévský hnůj. Dále ovlivňuje podíl živin ze spodních vrstev půdy, které přivádí zpět do ornice. Má též schopnost vyrovnat nedostatky způsobené špatným střídáním plodin.

Pro určení dávek živin při hnojení cukrové řepy se vychází z rozboru rostlin a půdní analýzy, která pro pěstitele představuje zdroj informací o obsahu jednotlivých živin v půdě (Draycott 1972).

Základní živinou pro hnojení cukrové řepy je dusík, který rozhoduje o výnosu plodiny. Hnojení dusíkem je problémová operace kvůli stanovení optimální dávky, jelikož nadbytek dusíku v rostlině způsobuje nižší cukernatost a nedostatek zase výrazně snižuje výnos a způsobuje žloutnutí listů (Richter & Škarpa 2013). Dusík má též hlavní roli v tvorbě listové růžice, čímž ovlivňuje celý vnitřní pochod rostliny. Rostlina jej přijímá převážně z půdní zásoby, v menším množství i z dodávaných hnojiv. V půdě se dusík vyskytuje obvykle jako vázaný v organických sloučeninách, s postupným uvolňováním při mineralizaci. Aplikování dusíku probíhá zejména v první polovině vegetace, poté už se hnojí jen podle potřeby. Optimální dávka dusíku by měla být od 60 do 120 kg/ha nebo dle zastoupení nitrátového dusíku v půdě (Pechková & Hřivna 2014; Pulkrábek et al. 2007).

Při hnojení dusíkem před setím je důležité vědět, že amonný a amidický dusík poškozují cukrovku při vzcházení, proto by dávka neměla překročit 30 kg/ha, u hnojení nitrátovým dusíkem není nutné množství omezovat (Chochola et al. 1992).

Dle Vaňka et al. (2016) by se mělo hnojení dusíkem rozdělit na dvě dávky, 50 % celkové dávky použít před setím s následným zapravením do půdy. Zbýlých 50 % by se mělo aplikovat během vegetace, jako přihnojení. Důležité je rovnoměrné aplikování dusíkatých hnojiv, aby nedošlo k přehnojení. To může mít za následek snížení cukernatosti bulev a vyšší riziko napadení houbovými chorobami.

Přihnojení cukrové řepy během vegetace by mělo být provedeno do konce května, později už chrást zakrývá meziřádky a mohlo by dojít k mechanickému poškození rostliny. Obvykle se k přihnojení používá ledek amonný s vápencem (LAV), který je možno aplikovat buď jednou dávkou nebo je možné dávku rozdělit (Vaněk et al. 2016). Dle Ivaniče et al. (1984) je přihnojení ve dvou dávkách nevýhodné, protože účinnost nedělené dávky je totožná jako dávka dělená.

Fosfor není pro cukrovku tak důležitou živinou, jako dusík nebo draslík. Cukrovka ho přijímá hlavně na začátku vegetace, ve formě aniontů $H_2PO_4^-$ a HPO_4^{2-} . Úkolem fosforu v rostlině je ukládání cukru a zrychlení vyzrání, přičemž základem pro příjem fosforu rostlinou je vytvoření kvalitní kořenové soustavy. Fosforečná hnojiva se doporučuje aplikovat na podzim a následně zaorat, jelikož při aplikaci na jaře by se fosfor nedostal do hlubší vrstvy půdy a rostlina by jej patřičně nevyužila. Nedostatek fosforu se na cukrovce projevuje

zčervenáním celé rostliny, roztřepenými kořeny a prodloužením řapíků (Hřivna et al. 2014; Rybáček et al. 1985).

Významnou živinou je pro cukrovku hořčík, který ovlivňuje její výnos a nutriční hodnotu. Dále se podílí na fotosyntéze, kde má vliv na vzniku chemické energie při oxidaci chlorofylu. Nedostatek draslíku má podobné příznaky jako nedostatek dusíku, projevuje se obvykle žloutnutím listů, následně jejich zvlňněním a nakonec odumřením listů (Hřivna et al. 2014). Draslíkem je dobré hnojit na podzim, aby se rozložil v celém půdním profilu a cukrovka jej měla dostatek po celou dobu vegetace (Draycott & Christenson 2003).

Z mikroprvků stojí za zmínku bór, kterého je v půdě nedostatek. Bór má hlavní podíl na transportu a ukládání energetických látek v rostlině, současně se podílí na funkci růstu meristémů a stabilitě buněčných stěn. Jeho nedostatek se projeví snížením výnosu (Pulkrábek et al. 2005).

Ostatní živiny se aplikují v případě většího nedostatku v půdě, dle rozborů rostlin či půdní analýzy (Pulkrábek et al. 2007).

Ošetřování během vegetace

Pracovní operace po zasetí cukrové řepy jsou prováděny v první polovině vegetačního období, obvykle do zakrytí meziřádků chrástem. Poté se už provádí jen nutné zásahy, aby nedocházelo k mechanickému poškození rostlin. Jednotlivé pracovní operace by na sebe měly plynule navazovat (Rybáček et al. 1985). Při ošetřování cukrové řepy během vegetace se kombinuje mechanická kultivace, chemické ošetření porostu a přihnojení na list (Pulkrábek et al. 2007).

Mechanická ochrana porostu

Základní mechanickou operací během vegetace je plečkování. Jedná se o meziřádkovou kultivaci pomocí plečky, která slouží k likvidaci plevelů a plevelné řepy, provzdušnění a prokypření půdy, či omezení ztráty vody výparem. Hloubka pracovních orgánů bývá 0,05 – 0,06 m a operace se opakuje až 4 krát za vegetaci. Moderní plečky jsou schopné pracovat za vyšší pojezdové rychlosti, jelikož jsou vybaveny naváděcími systémy, zároveň pracovní radličky jsou mnohdy odolnější, než tomu bývalo dříve (Pulkrábek 2007). V minulosti bylo plečkování samozřejmostí, avšak postupně se začalo vytrácet s nástupem herbicidní ochrany, která se poprvé objevila v polovině 20. století. Při plečkování dochází ke snížení účinnosti herbicidní ochrany (Machleb et al. 2021).

V moderním zemědělství se plečkování opět začíná prosazovat v pěstitelských systémech, hlavně v ekologickém zemědělství, kde není možné využívat chemickou ochranu v dostatečné míře. Také v souvislosti s politikou Green Deal, ve které jsou pěstitelé vedeni ke snižování aplikací herbicidů do porostů, se tato pracovní operace objevuje (Pavlů & Chochola 2022).

Plečkování se též využívá na půdách, kde se vytváří půdní škraloup, čímž je znemožněna výměna půdního vzduchu. Operace se provádí po vzejití porostu, když to podmínky vyžadují. Často se plečkování provádí pouze na vybrané části pozemku, či okraji honu (Chochola 2010; Pulkrábek et al. 2007).

Chemická ochrana porostu

Jednou z nejnáročnějších a nejdražších pracovních operací je chemická ochrana, bez které by pěstování cukrové řepy téměř nebylo možné. Při vyšším zaplevelení cukrovky se snižuje výnos a sklizeň je náročnější, proto má herbicidní ochrana nezastupitelnou roli při pěstování cukrové řepy (Pulkrábek et al. 2007).

Hlavním důvodem vyššího zaplevelení je způsob hospodaření. Trendem se stává bezorebné zpracování půdy, které vede k výskytu vytrvalých plevelů, tudíž rostou náklady na chemickou ochranu. Proto je důležité regulovat vytrvalé plevele už v době jejich vzcházení, výhodné je regulování vytrvalých plevelů už v předplodině, jelikož přípravky bývají levnější, než u cukrovky. Před setím na jaře je dobré zlikvidovat přezimující plevele totálním herbicidem (Chochola 2006).

Při výběru herbicidu je nutné zvážit možná rizika jeho použití, jelikož některé účinné látky mohou způsobovat stres pro cukrovku. Důležitá je i volba termínu aplikace a dávkování, které jsou zásadní pro účinnou aplikaci herbicidu. V neposlední řadě musí pěstitel sledovat počasí a povětrnostní podmínky, které mohou také ovlivnit účinnost přípravku (Prugar et al. 2008).

Termín aplikace herbicidů se odvíjí od fáze růstu cukrovky, ve které se nachází a podle fáze růstu plevelů. Používají se dva hlavní způsoby chemické ochrany – preemergentně (před vzejitím cukrové řepy) a postemergentně (po vzejití cukrové řepy), oba způsoby aplikace se používají po zasetí plodiny (Pulkrábek et al. 2007).

Použití preemergentní aplikace herbicidů se příliš nevyužívá, jelikož aplikace se odvíjí od půdní vlhkosti, která v ČR není ideální poslední dobou. Výhodou je však skutečnost, že za optimálních podmínek se dokáže vypořádat s první vlnou plevelů a tím posunout termín další aplikace herbicidů, čímž se sníží nebezpečí stresu cukrové řepy. V praxi se někdy využívá aplikace preemergentu před poslední operací předset'ové přípravy, z důvodu lepšího promíchání účinné látky s půdou. Pro aplikaci herbicidu po zasetí před vzejitím je žádoucí kvalitně připravená půda a vyšší dávka vody pro dobrou pokrývnost. Zároveň se doporučuje provést směr jízdy kolmo na směr setí (Pulkrábek et al. 2007).

Naopak postemergentní aplikace herbicidů se dnes využívá díky tomu, že působí na reálné zaplevelení porostu. Používají se buď kontaktní herbicidy, nebo půdní herbicidy. Kontaktní herbicidy reagují přímo na plevel, konkrétně na nadzemní části rostlin, které postupně odumírají. Zatímco půdní herbicidy vstupují do rostlin plevelů přes kořeny z půdy. Zároveň půdní herbicidy mohou mít i funkci kontaktních herbicidů, kdy pomáhají posilovat jejich účinek (Pulkrábek et al. 2007). První postemergentní aplikace obvykle bývá na konci vzcházení cukrovky, jelikož plevele rostou zároveň s cukrovkou. Plevelé bývají ve fázi děložních lístků. Druhá postemergentní aplikace se využívá zhruba 10 dní po aplikaci první, za účelem regulace další vlny plevelů, případně na plevele, které přežily první aplikaci. Třetí postemergentní aplikace bývá konečnou, aplikuje se 10 – 18 dnů po předchozí aplikaci, ve fázi 6 – 8 listů cukrovky. Při této aplikaci je možné zvýšit dávku, za účelem zničení všech plevelů, jelikož řepa už je dostatečně vyvinutá. Obvykle bývají též přimíchány půdní herbicidy, za účelem potlačení letních plevelů. Při aplikování herbicidů se obvykle míchá více druhů najednou, aby se snížil počet pracovních operací na poli. Je však nutné brát v úvahu spektrum účinku jednotlivých druhů herbicidů, aby žádný z nich nepoškodil porost cukrovky a aby se

nevyrušil účinek ostatních látek. Použití chemické ochrany by se mělo aplikovat ideálně podle fáze růstu plevelů tak, aby byl plevel zasažen už v raném stádiu vývoje, neboť čím je plevel větší, tím větší dávka je potřeba pro jeho likvidaci, čímž roste i cena vstupů (Chochola 2010).

V poslední době se začíná hojně využívat systém pěstování Conviso Smart, který se vyznačuje kombinací půdních a listových herbicidů, což snižuje počty operací pro aplikaci chemické ochrany. Přípravek je účinný jak proti jednoděložným travám, tak proti dvouděložným a vytrvalým plevelům (Balgheim et al. 2018).

3.3.5 Choroby a škůdci

Významné choroby cukrové řepy

Skvrničnatka řepná (*Cercospora beticola*) je nejvýznamnější listovou chorobou cukrové řepy. Vyskytuje se převážně v teplých oblastech, avšak její výskyt je rozšířen po celém světě. V ČR se objevuje hlavně začátkem léta, při vyšší vlhkosti vzduchu. Projevuje se malými šedohnědými skvrnami na listech o velikosti 0,002 – 0,005 m, které mají světle hnědý či bílý střed s načervenalým okrajem. Jejich tvar bývá kruhový nebo podlouhlý. Skvrny se postupně zvětšují a následkem bývá úhyn listu. Tato choroba způsobuje vysoké ztráty při sklizni, ať už na hmotnosti kořene nebo na cukernatosti, v extrémním případě může způsobit i úplnou devastaci porostu. Prevencí proti této chorobě je pěstování rezistentních odrůd cukrové řepy a včasná aplikace fungicidního ošetření. Doporučuje se fungicidy aplikovat ve dvou dávkách s tím, že první dávku je nutné aplikovat v počátku rozvoje choroby a druhou dávku pouze v případě nutnosti či pozdějšího termínu sklizně (Koike et al. 2007).

Při vzcházení cukrové řepy se může objevit spála řepy, kterou způsobují parazitické půdní houby *Pythium ultimum* Trow a *Aphanomyces cochlioides* Drechsler. Projevuje se napadáním vzcházejících rostlin v nepříznivých klimatických a půdních podmínkách, kdy dochází k vadnutí a žloutnutí vegetačních vrcholů a k postupnému odumření. Spála řepy má za následek snížení počtu rostlin v porostu. Pro zabránění výskytu této choroby je nutné provést kvalitní předseťovou přípravu a použít mořené osivo (Bittner & Běhal 2018).

Padlí řepné (*Erysiphe betae*) je houbová choroba, vyskytující se v porostu převážně v srpnu za teplého a vlhkého počasí. Příznakem této choroby je bělavé mycelium, vyskytující se na listech cukrovky. V pozdější fázi napadení se mohou objevit i plodničky hub. Rostliny bývají napadeny jednotlivě, avšak následně se choroba rozšíří do celého porostu. Důsledkem této choroby je ztráta asimilační plochy listů a omezení fotosyntézy, což se následně projeví ztrátou v obsahu cukru. Důležitý je termín napadení padlím, protože pokud k napadení dojde v druhé polovině srpna, tak tato choroba nemá výrazný vliv na výnos. Pokud však dojde k napadení v červenci a v první polovině srpna, je nutné aplikovat fungicidní ochranu (Koike et al. 2007; Bittner & Běhal 2018).

Rizománie je virová choroba, způsobená virem *Polymyxa betae*. Vyskytuje se ve všech řepných oblastech světa a má za následek vysoké ztráty na výnosu (McGrann et al. 2009). Tato choroba napadá kořínky a listy, kde se projevuje žloutnutím listů a v případě sucha i jejich vadnutím. U kořenů způsobuje vousatost kvůli zvýšenému tvoření postranních kořínků. V porostu se objevuje obvykle od poloviny června. Pokud dojde k plošné infekci porostu, může dojít ke ztrátám na výnosu kořene až 70 % a ke snížení cukernatosti o 5 – 10 %. Eliminace

rizománie je otázkou komplexního přístupu k pěstování, jelikož se tato choroba šíří statkovými hnojivy, infikovanou zemínou, větrnou erozí a mechanizačními prostředky. Ke snížení rizika výskytu rizománie je vhodné používat rezistentní odrůdy, dodržovat osevní postup a včas zasít cukrovku (Bittner & Běhal 2018).

Významní škůdci cukrové řepy

Nejvýznamnějším škůdcem v cukrové řepě je háďátko řepné (*Heterodera schachtii*), které se vyskytuje téměř ve všech řepářských půdách. Háďátko řepné má schopnost dlouho přežívat v půdě ve formě cyst, čímž je nebezpečné i pro následné plodiny. V porostu cukrovky začínají háďátka škodit při teplotách 10 °C, kde způsobují vousatost a bujení drobných kořínků. Dalším znakem přítomnosti háďátka je deformace kořene a omezení růstu. Při optimálním počasí je jeho napadení výraznější, porost začne žloutnout a následně odumírá. Ochranou proti háďátku je dodržování osevního postupu, odstup pěstování cukrové řepy minimálně 4 roky a pěstování rezistentních odrůd cukrovky vůči háďátku. Dále se doporučuje pěstovat háďátku nepříjemné plodiny, kterými jsou jeteloviny, kukuřice či druhy speciálních brukvovitých plodin, jako je hořčice nebo ředkev (Pulkrábek et al. 2007; Bittner & Běhal 2018).

V porostu cukrové řepy se mohou vyskytovat mšice maková (*Aphis fabae scopoli*) a mšice broskvoňová (*Myzus persicae sulzer*), které škodí hlavně svým sáním na listech a jako přenašeči viru žloutenky řepy. Výskyt mšic může způsobit snížení výnosu až o 30 %, proto je důležitá insekticidní ochrana okamžitě na začátku napadení (Pulkrábek et al. 2007).

Významnou skupinou, vyskytující se v cukrové řepě, jsou drátovci, larvy kovaříků (*Agriotes obscurus*), kteří dokáží překousnout kulový kořen cukrovky během vzcházení. Rostlina následně vadne a umře, což vede ke snížení počtu jedinců v porostu (Draycott 2006). Největší škody způsobené drátovci jsou na jaře a koncem léta, jelikož se larvy objevují těsně pod povrchem půdy. Nejčastější výskyt larev bývá na porostech trvalých travních porostů (TTP) a na porostech s vysokým zaplevelením, proto pokud je předplodinou pro cukrovku TTP či víceletá plodina, tak je vysoká šance jejich výskytu. Zaručenou ochranou proti drátovcům je moření osiva insekticidy (Bittner & Běhal 2018).

Během vzcházení cukrové řepy se také mohou objevit škůdci jako maločlenec čárkovitý (*Atomaria linearis*), dřepčík řepný (*Chaetocnema tibialis*) nebo květílka řepná (*Pegomya hyoscyamin*). Maločlenec čárkovitý škodí hlavně na kořincích vzcházejících rostlin, kde způsobuje požerky a následkem toho rostliny odumírají. Spektrum larev dřepčíka řepného je podobné, avšak dospělci škodí hlavně na listech, které okusují. Larvy květílký řepné způsobují zasychání rostlin kvůli jejich vyžírání mezofylu z prvních listů. Obecná ochrana proti těmto škůdcům spočívá v moření osiva a aplikování insekticidů (Pulkrábek et al. 2007).

3.3.6 Nejčastější plevel

Cukrová řepa je označována jako pomalu rostoucí plodina na začátku vegetace, což z ní dělá plodinu náchylnou na zaplevelení. Při nedostatečné regulaci plevelů dochází k silné konkurenci, což může mít za následek výrazné snížení výnosu (Bhadra et al. 2020).

Jedním z častých plevelů v cukrové řepě je plevelná řepa. Jedná se o kvetoucí rostliny řepy, které produkují semena a ta zamoří půdu (Hornsey & Arnold 1979). Jako plevelná řepa

je označována i vykvetlice a vyběhllice. Plevelná řepa má negativní vliv sklizeň, na výnos a kvalitu bulev, též může být zdrojem chorob. Její likvidace je poměrně náročná, jelikož se jedná o stejný druh rostliny, tudíž není možné na ni aplikovat herbicidy. Semena plevelné řepy zůstávají v půdě více let, proto je nutné odstranit rostliny okamžitě, ještě než se stačí vysemenit. Ochrana cukrovky proti plevelné řepě spočívá v kontrole osiva a před setím použití totálního herbicidu v případě jejího výskytu. Během vegetace je možné využít plečkování nebo ruční odstranění plevelné řepy (Pulkrábek et al. 2007).

Další plevele vyskytující se v porostu cukrové řepy jsou jednoleté prosovité trávy, které je možné regulovat celkem snadno pomocí herbicidů. Hlavní druhy vyskytující se v porostu jsou ježatka kuří noha (*Echinochloa crus – galli*), bér zelený (*Setaria viridis*), rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis*), čirok halabský (*Sorghum halepense*) a troskut prstnatý (*Cynodon dactylon*). Ošetření herbicidy by mělo probíhat v raných fázích vývoje plevelů (Mikulka et al. 2015).

Významnou skupinou plevelů v cukrové řepě jsou dvouděložné plevele. Hlavní zástupci škodící v porostu jsou bažanka roční (*Mercurialis annua*), durman obecný (*Datura stramonium*), kakost maličký (*Geranium pusillum*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), merlík bílý (*Chenopodium alba*), mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*), svízel přítula (*Gallium aparine*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*), rmen rolní (*Anthemis arvensis*) a svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*). Všichni tito zástupci se často objevují v porostu a tudíž je nutné je regulovat. Ochranou proti těmto plevelům je aplikování herbicidní ochrany, obvykle ve více dávkách (Bittner & Běhal 2018).

3.3.7 Výnosové parametry

Cukrová řepa má kompenzační schopnost, na rozdíl od jiných plodin, které se vyznačují schopností autoregulační. Tudíž její průměrná hmotnost z části vyplývá z plochy, kterou má k dispozici během vegetace. Hlavními parametry výnosu cukrové řepy jsou počet rostlin/ha, průměrná hmotnost bulvy a průměrný obsah cukru v bulvě, neboli cukernatost. Výsledné parametry těchto znaků jsou výrazně ovlivněny strukturou porostu. Vliv na výnos má též i délka vegetace a její intenzita (Pulkrábek et al. 2007).

Dle Boyda et al. (1957) je důležitým faktorem počasí, které má výrazný vliv na výnos cukrové řepy. Výsledky pokusů ukázaly, že výnos cukrové řepy byl lepší po vlhčí zimě a po deštivějším podzimu. Dle Freckletona et al. (1999) je výnos cukrovky ovlivněn jak počasím, tak i množstvím aplikovaných hnojiv. Hlavně v letních měsících, za vyšších teplot, porost reaguje na počasí podle množství dodaných živin.

Dle Hoffmanna et al. (2009) je pro kvalitu a výnos cukrové řepy důležitý genotyp a okolní prostředí.

3.3.8 Kvalitativní parametry bulev

Hodnocení kvality řepných bulev probíhá na základě parametrů, mezi které patří počet rostlin/ha, průměrná hmotnost bulvy a průměrná cukernatost. Růst bulev a tvorba cukru v bulvách probíhá během celé vegetace, nýbrž s různou intenzitou. Tvorba a růst kořene cukrovky probíhá nejintenzivněji po vytvoření dostatečné listové plochy, převážně od července

do září. Ke konci vegetace už se růst kořene zpomaluje a rostlina se spíše soustředí na intenzivní tvorbu cukernatosti, která probíhá hlavně od srpna do konce září. Na konci vegetace by měla být cukernatost 16 – 18 % a optimální hmotnost bulev 0,550 – 0,800 kg. (Pulkrábek et al. 2007).

Při hodnocení kvality řepných bulev se také posuzují biologické a chemické vlastnosti. Biologickými vlastnostmi rozumíme tvar, velikost a hmotnost jednotlivých bulev, zdravotní stav bulev a rezistence proti chorobám. Mezi chemické vlastnosti, které jsou posuzovány patří hlavně cukernatost a obsah necukrů (Hřivna et al. 2014).

3.3.9 Sklizeň

Jedním z nejdůležitějších faktorů při pěstování cukrové řepy je správně načasovaný termín sklizně. Svůj růst a vývoj cukrovka končí při teplotě 5 °C, když dochází k vyrovnání asimilace a dýchání (Pulkrábek et al. 2007).

Významným faktorem, ovlivňujícím termín sklizně, jsou klimatické podmínky. Pro kvalitní sklizeň se doporučuje určit termín na dobu, kdy je teplota vzduchu nižší než 15 °C. Zároveň je žádoucí, aby v daném termínu sklizně nebyla půda podmočená a v důsledku toho nedocházelo k vytvoření hlubokých kolejí na pozemku (Asadi 2007). Často je však termín sklizně závislý na termínu dodání do cukrovaru, proto sklizeň probíhá i za horších podmínek (Pulkrábek et al. 2007).

Termín sklizně je z velké části ovlivněn technologickou jakostí cukrovky, která se hodnotí na základě souhrnu vlastností řepné bulvy. Technologická jakost bulev je vytvářena na poli a hraje důležitou roli při volbě termínu sklizně. Další faktory, které ovlivňují kvalitu sklizně jsou zdravotní stav porostu, kvalita seřezu chrástu, poškození bulev při sklizni a množství nečistot na bulvách (Prugar et al. 2008).

Dle Pulkrábka et al. (2007) je optimální termín sklizně v době, kdy chrást začíná žloutnout a rozklesávat se, listy jsou menší a mají krátké řapíky. V bulvě by měl být optimální poměr cukrů a necukrů. Toto období nastává v první polovině října.

Pro sklizeň je možné využít hned několika technologií, z nichž nejvíce používanou je přímá jednofázová sklizeň. Sklizeň tímto způsobem probíhá pomocí sklízeče, který mechanicky seřízne chrást, poté dochází k vyorání bulvy a uložení do zásobníku. Následně jsou bulvy nahromaděny obvykle na okrajích pole, odkud jsou nakládány a odvezeny do cukrovaru. Chrást by měl být seříznut rovně, hladce a zároveň by měl řez procházet pod zelenými pupeny listové růžice. Dále bývá chrást rozdrcen a rovnoměrně poházen po poli, kde slouží jako organické hnojivo po zapravení. Často se využívá technologie, ve které jsou bulvy nakládány během vyorávání rovnou na vedle jedoucí dopravní prostředek, který bulvy odveze a vytvoří hromadu na okraji pole. Výhodou je, že sklízeč nemusí jezdit k hromadě a může se soustředit pouze na vyorávání bulev. Nejčastěji se v ČR využívají 6 řádkové vyorávací stroje, avšak v jiných zemích se používají i 2, 3, 8, 9 a 12 řádkové vyorávače (Chochola 2010).

Dle Kromera et al. (1992) je poškození bulev z velké části způsobeno během sklizně. Při nižší vlhkosti půdy je obtížnější vyorání bulev, přičemž může dojít ke zlomení kořene bulvy. K dalšímu poškození bulev dochází při čištění bulev od zeminy, které probíhá na dopravnících k zásobníku, případně při vyprazdňování zásobníku. Větší množství zeminy na bulvách zůstává při sklizni za vlhkých podmínek, jelikož se zemina přilepí na bulvy.

3.3.10 Systémy redukovaneho zpracovani pudy

Pasove zpracovani pudy (Strip - Tillage)

Technologie Strip - Tillage se vyznačuje jako zpracování půdy v úzkých pásech či zónách s možností aplikace hnojiv přímo do zpracovávaných pásů, do kterých je později zasetá plodina (Morrison 2002). Jednotlivé zpracovávané pásy jsou od sebe odděleny meziřádky, které zpracovávány nejsou. Prokypřené pásy bývají široké 0,10 – 0,20 m, kdežto meziřádky bývají širší. Obvyklý poměr zpracovaných pásů a meziřádků bývá 1:2 (Górski et al. 2022).

Hloubka zpracování půdy v pásech se určuje na základě termínu provedení, podle plodiny, pro níž je půda připravována a podle hloubky uložení hnojiv. Po provedení operace se pás vyznačuje kvalitními podmínkami pro vývoj kořenového systému a zároveň i nadzemních částí rostlin. V půdě bývá vyšší podíl mezipůdních prostor vyplněných vzduchem, což má dobrý vliv na ohřev půdy. Převážně u teplomilných rostlin je žádoucí, aby teplota půdy byla vyšší, z důvodu rozvoje kořenového systému do větších hloubek, hlavně na začátku vegetace. Na rozvoj kořenového systému má také vliv utužení půdy, pro který je optimální nižší utužení. Později během vegetace, hlavně při nedostatku vody, porost čerpá vodu z nezpracovaných meziřádků, kde je díky posklizňovým zbytkům na povrchu půdy omezena evaporace. Také dochází k výrazné podpoře infiltrace vody do půdy na nakypřené půdě. Zároveň přítomnost posklizňových zbytků v meziřádcích omezuje riziko vodní eroze (Brant et al. 2016).

Dle Sundermeiera et al. (2006) jsou hlavní výhody pásového zpracování půdy následující: ochrana půdy díky ponechání posklizňových zbytků v meziřádcích, zlepšení půdních podmínek pro pěstovanou plodinu v pásech, snížení nákladů na hnojení díky aplikaci živin do pásů během kypření a možnost dřívějšího založení porostu s menší startovací dávkou hnojiv.

Naopak v porovnání s klasickým zpracováním půdy je pásové zpracování půdy náročnější na znalosti a preciznost provedení jednotlivých pracovních operací. Při klasickém zpracování půdy dochází k důkladnějšímu promíchání půdy a zapravení organických zbytků do půdy. Zakládání porostu u Strip - Tillage je náročné na přesnost a dovednosti obsluhy, proto je snazší založit porost klasickým způsobem (Norberg 2010).

Seti do nezpracovane pudy (No - Tillage)

Po celém světě se řeší vzrůstající problém s poklesem úrodnosti půdy a jejím utužením, které je způsobeno hlavně vodní erozí a ztrátou organické hmoty. Důvodem jsou převážně konvenční způsoby zpracování půdy, při kterých se půda nechává bez pokrytí holá. Pro redukci tohoto problému začaly vznikat nové technologie, jako je setí do nezpracované půdy (Derpsch 2003).

Hlavním znakem technologie No - Tillage je založení porostu do nepřipravené půdy. Během setí je provedeno mělké zpracování půdy s vytvořením seťového lůžka, do kterého je následně zasetá plodina. Výskyt plevelů se reguluje pomocí herbicidní ochrany (Triplett Jr. & Dick 2008).

Výhody tohoto systému jsou výrazné omezení rizika vodní eroze a účinnější hospodaření s vodou a hnojiv. Výrazným pozitivem je úspora pohonných hmot a úspora času. (Phillips & Young 1973).

Při setí do nezpracované půdy však dochází k postupnému zvyšování zhutnění půdy, výskytu plevelů a stratifikaci půdního uhlíku. Proto je nutné po určité době zařadit příležitostné zpracování půdy s cílem napravit tyto problémy (Blanco-Canqui & Wortmann 2020).

Zpracování půdy s vytvořením hrůbků (Ridge - Tillage)

Principem technologie Ridge - Tillage je mělké zpracování půdy s následným vytvořením hrůbků, do kterých je zasetá plodina. Hrůbky bývají vysoké 0,1 – 0,15 m. Tato technologie je poměrně nová a využívá se převážně k pěstování kukuřice, sóji a zeleniny. Hrůbky mohou na pozemku zůstat více let po sobě, nebo se každý rok obnovovat. Při ponechání hrůbků na více let se před setím půda nezpracovává, pouze se provádí očištění vrcholů hrůbků od posklizňových zbytků. Hnojení se provádí obvykle na podzim, aplikací přímo na hrůbky, nebo v menším množství při setí (Hatfield et al. 1998).

Setí plodiny se provádí přímo do hrůbků tak, že bývá narušena pouze jedna třetina povrchu půdy. Herbicidní ochrana se aplikuje v pásech na hrůbky a mechanická ochrana porostu spočívá v prohrnování meziřádků (Buhler et al. 1992). Dle Parsonse et al. (1984) je nutné provést nastavení šířky kol traktorů a kombajnů tak, aby nenarušovala hrůbky během vegetace a při sklizni.

Hlavní výhody technologie Ridge - Tillage jsou dle Lala (1990) zvýšení úrodnosti půdy, lepší hospodaření s vodou, snížení rizika vodní a větrné eroze, úspora času a financí, kvalitnější podmínky pro zakořenění plodin a menší riziko napadení plodin škůdci.

Technologie setí do mulče (Mulch - Tillage)

Systém zpracování půdy Mulch - Tillage se charakterizuje rozmetáním posklizňových zbytků meziplodin, po kterém zůstane alespoň 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo ve vrchní vrstvě půdy. Pro tento způsob zpracování půdy je možné vybrat hned z několika pracovních operací, v podzimním období je možné využít podmítku či hloubkové kypření pomocí radličkových, talířových nebo dlátových kypřičů. Na jaře lze využít zpracování půdy pomocí strojů s rotačním ústrojím nebo kombinátory. Všechny tyto stroje se využívají v redukováném zpracování půdy, kde nedochází k jejímu obrácení (Glab & Kulig 2008).

Pozitiva technologie setí do mulče jsou postupné uvolňování živin z rozkládajících se organických zbytků, dlouhodobé zlepšení půdní struktury, zlepšení teploty půdy, optimálnější hospodaření s vodou, omezení vodní eroze a v neposlední řadě také úspora financí (Stigter 1984).

4 Metodika

Polní pokus probíhal v lokalitě Žerčice u Mladé Boleslavi, ve firmě Zemědělská společnost Žerčice s.r.o.

4.1 Zemědělská společnost Žerčice s.r.o.

Firma se nachází v obci Žerčice, okrese Mladá Boleslav ve Středočeském kraji. Nadmořská výška je 230 m n. m. Poloha je rovina se všesměrnou orientací. Půdní typy v okolí Žerčic jsou převážně černozemě, s hlinitopísčítým až jílovitohlinitým půdním druhem. Žerčice jsou zařazeny do 3. klimatického regionu, což odpovídá teplému a mírně vlhkému regionu. Průměrná roční teplota vzduchu je 8 – 9 °C, s průměrným ročním úhrnem srážek 550 – 650 mm (www.bpej.vumop.cz). Společnost hospodaří na 150 ha orné půdy a několika hektarech trvalých travních porostů. Hlavními pěstovanými plodinami jsou pšenice ozimá a cukrová řepa. Mezi další pěstované plodiny patří řepka ozimá, oves setý (jarní forma) a ječmen jarní.

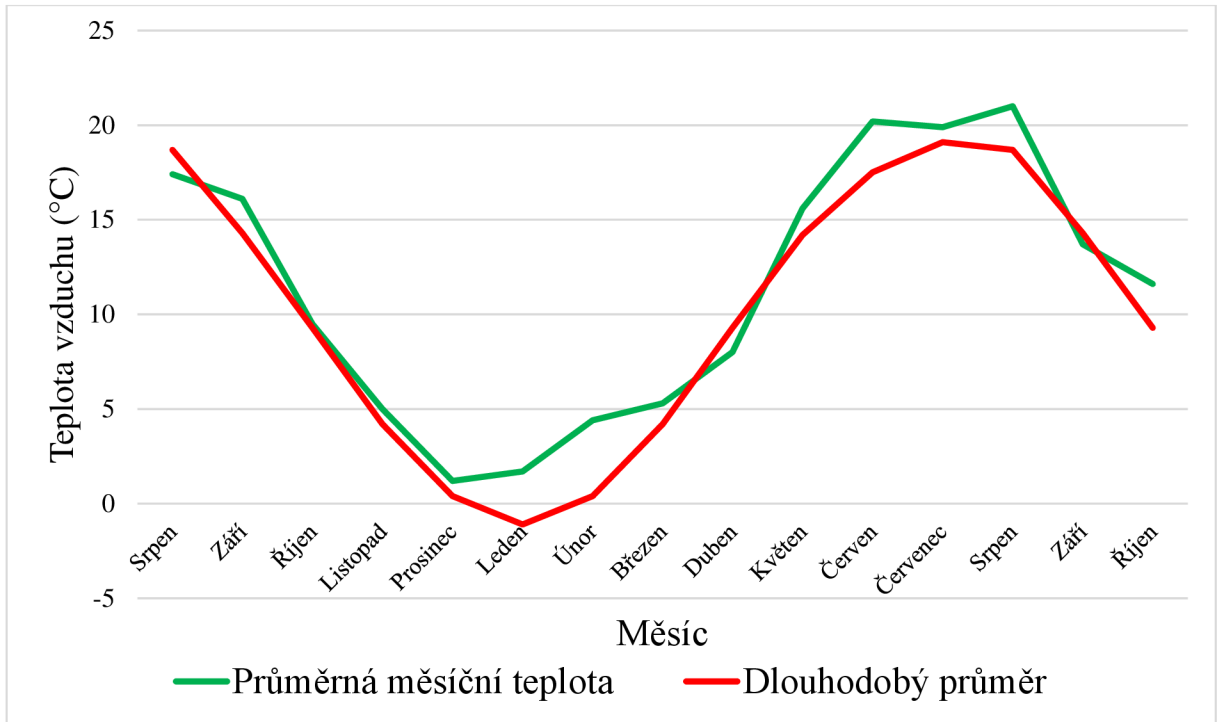
4.2 Počasí během pěstitelského roku 2021/2022

Konec léta a začátek podzimu roku 2021 byl teplotně vcelku normální, v září byla průměrná teplota nepatrně vyšší než normálně, v říjnu a listopadu se zase teplota opět dorovnávala normálu. Srážky se lišily výrazně více, kdy během srpna spadlo o 26 mm více než normálně. V září naopak byl úhrn srážek výrazně menší, s množstvím 4,3 mm. V listopadu byly srážky průměrné. Díky těmto okolnostem proběhla zbývající sklizeň pozdě sklizených plodin relativně snadno. V posledním měsíci roku došlo k mírnému ochlazení a srážky byly relativně v normálu.

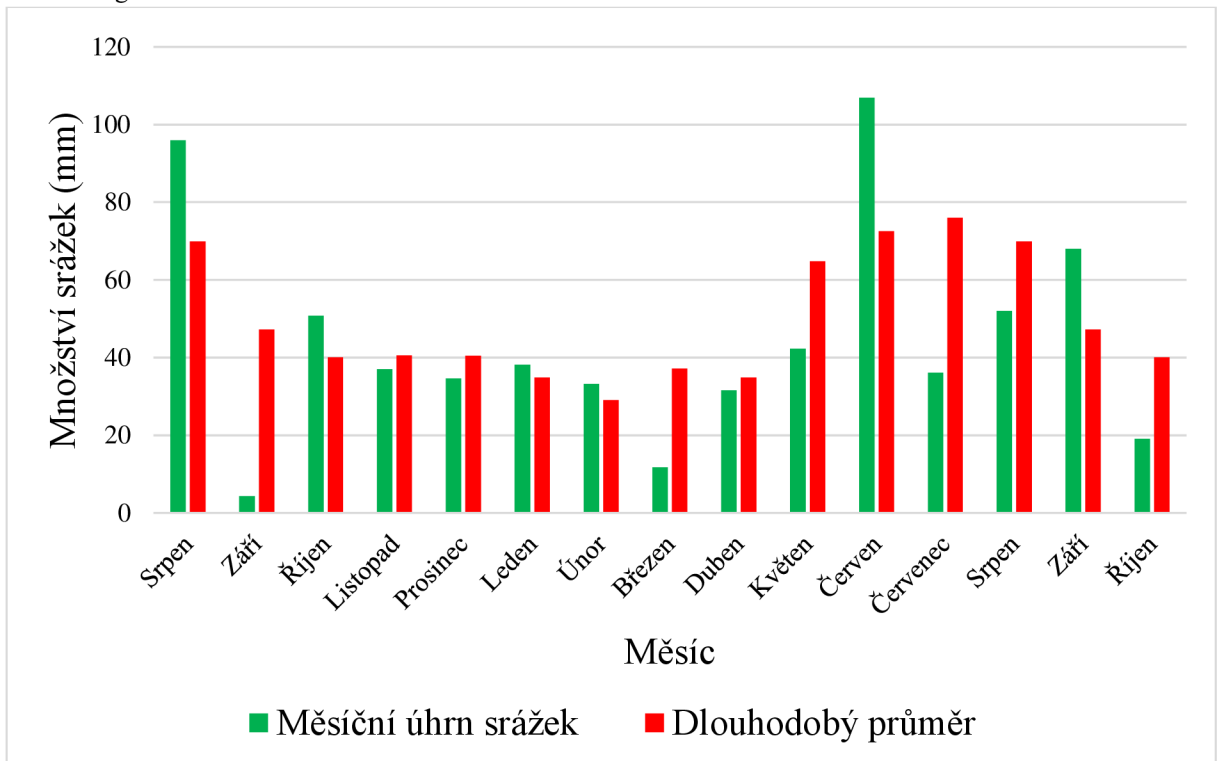
Začátek roku 2022 byl mírně teplejší než obvykle, hlavně leden a únor. Rozdíl v lednu byl + 2,8 °C a v únoru + 4 °C oproti normálu. V březnu a dubnu se teploty výrazně nelišily od normálu. Závěr jara přinesl výraznější oteplení, kdy průměrná teplota za květen dosahovala 15,6 °C a v červnu 20,2 °C. Hodnoty v obou měsících byly lehce nad normálem. 7. měsíc roku 2022 byl teplý, dosahoval průměrných teplot 19,9 °C. Srpen byl teplejší než obvykle, průměrná teplota činila 21 °C. Na podzim došlo k ochlazení, průměrná teplota v září byla o 1 °C nižší než v normálu. V posledním vegetačním měsíci byla teplota vyšší než normálně, dosahovala průměrných hodnot 11,6 °C. Úhrn srážek na začátku roku 2022 byl v normálu, v lednu spadlo 38,2 mm srážek. Únor na tom byl dost podobně, kdy spadlo 33,2 mm. V březnu naopak byl úhrn srážek třikrát menší než v dlouhodobém průměru. Díky tomu nebyla pole tolik podmáčená a agrotechnické operace byly snadněji proveditelné. To se změnilo v dalším měsíci, kdy v dubnu spadlo 31,6 mm srážek, naštěstí převážně po zasetí polního experimentu. V květnu byl úhrn srážek o 22 mm chudší než normálně. K nejvýraznějšímu množství srážek došlo v 6. měsíci roku. Za červen spadlo 106,9 mm srážek, o 34 mm více než obvykle. Červenec byl podprůměrný z hlediska srážek, spadlo pouhých 36,1 mm. V srpnu spadlo méně srážek než obvykle, a to 52 mm. V září došlo k menšímu množství srážek, 68 mm, což je ale o 20 mm více než normál. Říjen byl na srážky ještě chudší, spadlo pouhých 19,1 mm, většina před termínem sklizně pokusu, proto bylo nutné termín posunout.

Zmíněné hodnoty byly získány přímo z meteorologické stanice Semčice. Všechny uvedené hodnoty jsou znázorněny v grafech 1 a 2.

Graf 1. Porovnání průměrných teplot vzduchu v období 2021/2022 s dlouhodobým průměrem v meteorologické stanici Semčice.



Graf 2. Porovnání množství měsíčního úhrnu srážek v období 2021/2022 s dlouhodobým průměrem v meteorologické stanici Semčice.



4.3 Agrotechnika a technologická karta

Pro praktickou část bakalářské práce byl vybrán pozemek 4803/ 5 R (obr. 2), nacházející se v obci Žerčice. Pozemek má výměru 7,23 ha s klasickou ornou půdou. Půdní typ je označován z poloviny jako černozem a z poloviny jako černice. Půdní druh je hlinitopísčité až jílovitohlinitá půda. Pozemek se nachází v klimatickém regionu 3, což odpovídá charakteru teplému a mírně vlhkému. Nadmořská výška pozemku je 233,53 m n.m., s průměrnou sklonitostí 0,87 °. Průměrná teplota vzduchu je 8 - 9 °C a průměrný roční úhrn srážek je 550 - 650 mm (www.bpej.vumop.cz).

Předplodinou pro polní experiment s cukrovou řepou byla pšenice ozimá. Zpracování půdy bylo započato podmínkou strniště po zmíněné předplodině, která proběhla 22.8.2021, pomocí talířového podmítače Väderstad Carrier 500 do hloubky 0,08 m. Následně byla zasetá meziplodina, kterou byla svazanka s hořčicí bílou, pomocí secího stroje Väderstad Rapid 400 S. Začátkem listopadu byla zapravena meziplodina pomocí podmítače Väderstad Carrier 500 a o 14 dnů později proběhlo hloubkové kypření pomocí kypřiče Väderstad Top Down 400 do hloubky 0,25 m. Po této operaci se pozemek nechal v klidu až do jarní přípravy půdy.

Před začátkem jarního zpracování půdy, konkrétně 1.4.2022, bylo aplikováno 200 kg/ha hnojiva NPK pomocí rozmetadla průmyslových hnojiv Sulky. Poté byla část pozemku ohraničena, konkrétně výměra 0,4632 ha (obr. 3), z důvodu vynechání dalšího zpracování půdy pro variantu bez předseťové přípravy. Na zbytku pozemku, který sloužil jako kontrolní porovnání pro metodu bez předseťové přípravy, bylo 4.4.2022 provedeno mělké kypření, za účelem prokypření půdy a urovnání povrchu talířovým podmítačem Väderstad Carrier 500 do hloubky 0,08 m. Následovalo hnojení ledkem amonným s vápencem 8.4.2022 na celé pole, v dávce 300 kg/ha pomocí rozmetadla průmyslových hnojiv Sulky. Před setím byla provedena předseťová příprava s vynecháním zmíněné plochy pro variantu bez ní. Předseťová příprava proběhla 11.4.2022 pomocí kombinátoru do hloubky 0,06 m. Ještě tentýž den byla zasetá cukrová řepa (obr. 4 a 5). K setí byl použit přesný secí stroj Kverneland Accord Monopill, který zasel cukrovku do hloubky 0,03 m. Pro setí bylo použito osivo BTS SMART 91 – 45 N, jehož producentem je firma VP AGRO. Jedná se o osivo typu Conviso Smart, které umožňuje omezení herbicidních ošetření pouze na 2 zásahy. Výsevek byl nastaven na 1,2 výsevních jednotek. Herbicidní ošetření porostu cukrové řepy proběhlo rozdělenou dávkou, první herbicidní ošetření porostu přišlo na řadu 9.5.2022 (obr. 6 a 7), za použití přípravku Conviso One v dávce 0,5 l/ha. V porostu se vyskytovaly plevelné druhy jako heřmánkovec přímořský, pýr plazivý, svlačec rolní, svízel přítula, mračňák Theophrastův nebo mák vlčí, též se vyskytovaly kulturní plodiny jako pšenice ozimá a řepka ozimá. Žádný z druhů se však nevyskytoval v enormním množství. Druhá dávka herbicidu byla aplikována 27.5.2022 opět v dávce 0,5 l/ha přípravku Conviso One. Následně byla cukrová řepa přihnojena pomocí hnojiva LAV v dávce 100 kg/ha v termínu 3.6.2022. V té době už porost zakryl řádky nadzemní biomasou. O měsíc později přišlo na řadu fungicidní ošetření proti cercosporióze. První dávka fungicidního ošetření byla aplikována 18.7.2022 za použití přípravku Amistar Gold, v dávce 1 l/ha. Druhá dávka fungicidního ošetření byla použita 10.8.2022 přípravkem Eminent 125 ME, v dávce 0,8 l/ha. Fungicidní ošetření bylo spíše preventivní, cercosporióza se v porostu ve větším množství nevyskytovala. Termín sklizně byl zvolen 21.10.2022, jelikož kvůli počasí nebylo možné provést optimální sklizeň dříve (obr. 8 a 9). Pomocí sklízeče Holmer Terra Dos

T4 byla provedena bezproblémová sklizeň (obr. 10). Všechny zmíněné pracovní operace jsou uvedeny v tabulce 1 pro variantu s redukováním zpracováním půdy a v tabulce 2 pro technologii na kontrolní variantě.

Obr. 2. Vybraný pozemek pro praktickou část bakalářské práce (www.google.maps.cz).



Obr. 3. Pozemek pro technologii s redukováním zpracováním půdy (www.google.maps.cz).



Tabulka 1. Technologická karta pracovních operací u technologie bez předseťové přípravy.

Datum operace	Druh operace	Popis operace
22.8.2021	Podmítka po ozimé pšenici	Talířový podmítač Väderstad Carrier 500, 0,08 m hloubka zpracování
27.8.2021	Setí mezplodiny	Svazanka + Hořčice bílá, Väderstad Rapid 400S
2.11.2021	Zapravení mezplodiny	Talířový podmítač Väderstad Carrier 500, 0,08 m hloubka zpracování
15.11.2021	Hluboké kypření	Dlátový kypřič Väderstad Top Down 400, 0,25 m hloubka zpracování
1.4.2022	Hnojení NPK	Rozmetadlo Sulky, dávka 200 kg/ha
8.4.2022	Hnojení LAV	Rozmetadlo Sulky, dávka 300 kg/ha
11.4.2022	Setí cukrové řepy	Přesný secí stroj Kverneland Accord Monopill, hloubka setí 0,03 m
9.5.2022	Herbicidní ochrana	Postřik Conviso One, dávka 0,5 l/ha
27.5.2022	Herbicidní ochrana	Postřik Conviso One, dávka 0,5 l/ha
3.6.2022	Hnojení LAV	Rozmetadlo Sulky, dávka 100 kg/ha
18.7.2022	Fungicidní ochrana	Postřik Amistar Gold, dávka 1 l/ha
10.8.2022	Fungicidní ochrana	Postřik Eminent 125 ME, dávka 0,8 l/ha
21.10.2022	Sklizeň cukrové řepy	Sklízeč Holmer Terra Dos T4

Tabulka 2. Technologická karta pracovních operací u technologie na kontrolní variantě.

Datum operace	Druh operace	Popis operace
22.8.2021	Podmítka po ozimé pšenici	Talířový podmítač, 0,08 m hloubka zpracování
27.8.2021	Setí meziplodiny	Svazenka + Hořčice bílá, Väderstad Rapid 400S
2.11.2021	Zapravení meziplodiny	Talířový podmítač Väderstad Carrier 500, 0,08 m hloubka zpracování
15.11.2021	Hluboké kypření	Dlátový kypřič Väderstad Top Down 400, 0,25 m hloubka zpracování
1.4.2022	Hnojení NPK	Rozmetadlo Sulky, dávka 200 kg/ha
4.4.2022	Mělké kypření	Talířový podmítač Väderstad Carrier 500, 8 cm hloubka zpracování
8.4.2022	Hnojení LAV	Rozmetadlo Sulky, dávka 300 kg/ha
11.4.2022	Předseťová příprava	Kombinátor, hloubka zpracování 0,06 m
11.4.2022	Setí cukrové řepy	Přesný secí stroj Kverneland Accord Monopill, hloubka setí 0,03 m
9.5.2022	Herbicidní ochrana	Postřik Conviso One, dávka 0,5 l/ha
27.5.2022	Herbicidní ochrana	Postřik Conviso One, dávka 0,5 l/ha
3.6.2022	Hnojení LAV	Rozmetadlo Sulky, dávka 100 kg/ha
18.7.2022	Fungicidní ochrana	Postřik Amistar Gold, dávka 1 l/ha
10.8.2022	Fungicidní ochrana	Postřik Eminent 125 ME, dávka 0,8 l/ha
21.10.2022	Sklizeň cukrové řepy	Sklízeč Holmer Terra Dos T4

Obr. 4. Založení porostu u technologie s redukovaným zpracováním půdy, dne 11.4.2022.



Obr. 5. Založení porostu u technologie na kontrolní variantě, dne 11.4.2022.



Obr. 6. Kontrola porostu před aplikací herbicidu 9.5.2022, technologie s redukováním zpracováním půdy.



Obr. 7. Kontrola porostu před aplikací herbicidu 9.5.2022, technologie na kontrolní variantě.



Obr. 8. Porost cukrové řepy u technologie s redukováním zpracováním půdy v den sklizně, 21.10.2022.



Obr. 9. Porost cukrové řepy u technologie na kontrolní variantě v den sklizně, 21.10.2022.



Obr. 10. Sklízeč cukrové řepy Holmer Terra Dos T4.



4.4 Sledované parametry

Všechna zjišťování sledovaných parametrů byla provedena 7.10. následovně: bylo vybráno 5 řádků v obou technologiích a v každém z pěti řádků byli odebráni všichni jedinci v délce 2 m s tím, že u prvního řádku se začalo odebírat na začátku a každý následný řádek začínal u konce odebírání předchozího řádku (obr. 11 a 12).

V obou technologiích pokusu byl sledován počet rostlin/ha. Jedinci byli odebráni a spočítáni zvlášť. Následně se pomocí trojčlenky dopočítal počet rostlin/ha.

Dalším sledovaným parametrem byla hmotnost nadzemní biomasy chrástu. Zjišťování proběhlo obdobně jako počítání jedinců s tím, že chrást byl odstraněn od bulev a pomocí váhy zvážen odděleně. Hmotnost poté byla přepočtena na 1 ha.

Hmotnost bulev byla dalším sledovaným parametrem. Bulvy po odstranění chrástu byly zváženy a opět přepočteny na 1 ha.

Posledním sledovaným parametrem bylo měření cukernatosti vybraných bulev, které proběhlo ve školní laboratoři. Z obou variant bylo vybráno 10 vzorků, které byly očištěny a pomocí refraktometru byla změřena hodnota, která byla přepočtena pomocí vzorce na skutečnou cukernatost (obr. 13).

Zároveň bylo provedeno finanční vyhodnocení obou použitých technologií. Cena nafty byla stanovena dle aktuálních cen k 29.12.2022 (www.kurzy.cz). Dle průměrné spotřeby nafty na jednotlivé operace podniku ZS Žerčice s.r.o. byly vypočteny náklady na celý hon (7,23 ha)

a následně zprůměrovány na 1 hektar. Ceny přípravků na ochranu rostlin, ceny hnojiv a osiv byly určeny dle cen uvedených na fakturách podniku ZS Žerčice s.r.o. Vše bylo následně přepočteno na výměru honu dle aplikovaných dávek hnojiv, chemické ochrany, výsevků plodin a také zprůměrováno na 1 hektar.

Stanovení výnosů bylo provedeno na základě zjištěných výsledků a dle ceny uvedené ve smlouvě s cukrovarem. Celková cena za 1 tunu řepy byla vypočtena dle průměrné cukernatosti jednotlivých technologií podle smlouvy s cukrovarem. Výsledný výnos z 1 hektaru byl vypočten dle průměrné hmotnosti bulev z 1 hektaru a dle celkové ceny za 1 tunu řepy.

Výsledek hospodaření byl spočten dle rozdílu výnosů a nákladů jednotlivých technologií na 1 hektar.

Obr. 11. Porost cukrové řepy u technologie s redukováním zpracováním půdy 7.10.2022 během zjišťování sledovaných parametrů.



Obr. 12. Porost cukrové řepy u technologie na kontrolní variantě 7.10.2022, před zjišťováním sledovaných parametrů.



Obr. 13. Stanovení průměrné cukernatosti bulev pomocí refraktometru.

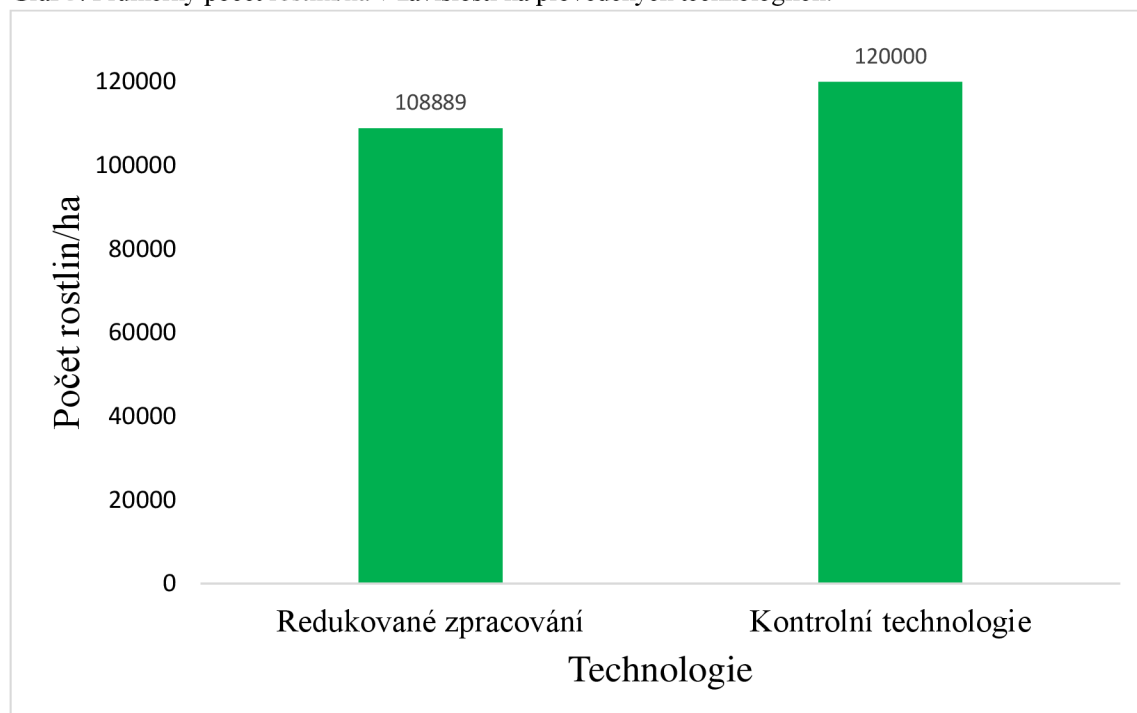


5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení počtu rostlin/ha

Výsledky hodnocení průměrného počtu rostlin/ha ukazují, že vliv redukováného zpracování půdy nemá výrazný vliv na počet rostlin/ha. Rozdíl mezi počtem rostlin/ha u redukováného zpracování půdy a u klasického konvenčního zpracování půdy se lišilo o necelých 12 000 rostlin/ha ve prospěch kontrolní technologie (graf 3).

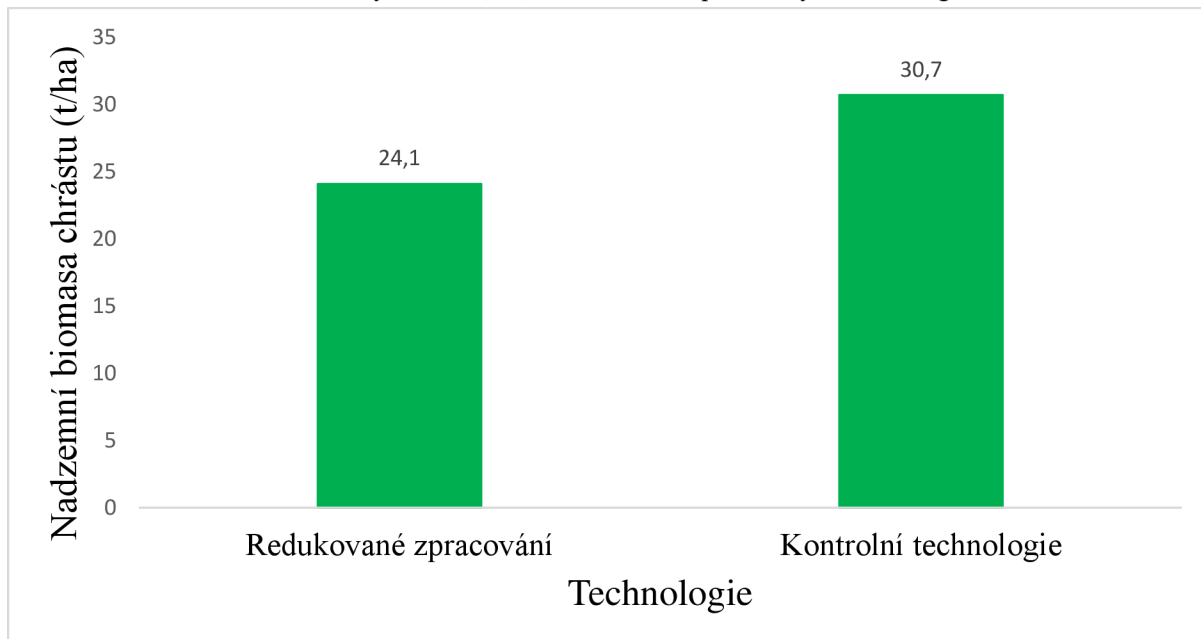
Graf 3. Průměrný počet rostlin/ha v závislosti na provedených technologiích.



5.2 Vyhodnocení nadzemní biomasy chrástu

Dle výsledků je patrné, že více nadzemní biomasy chrástu bylo vytvořeno v technologii na kontrolní variantě, kde bylo vyprodukováno o 6,6 t/ha více biomasy, než v technologii s redukováným zpracováním půdy (graf 4).

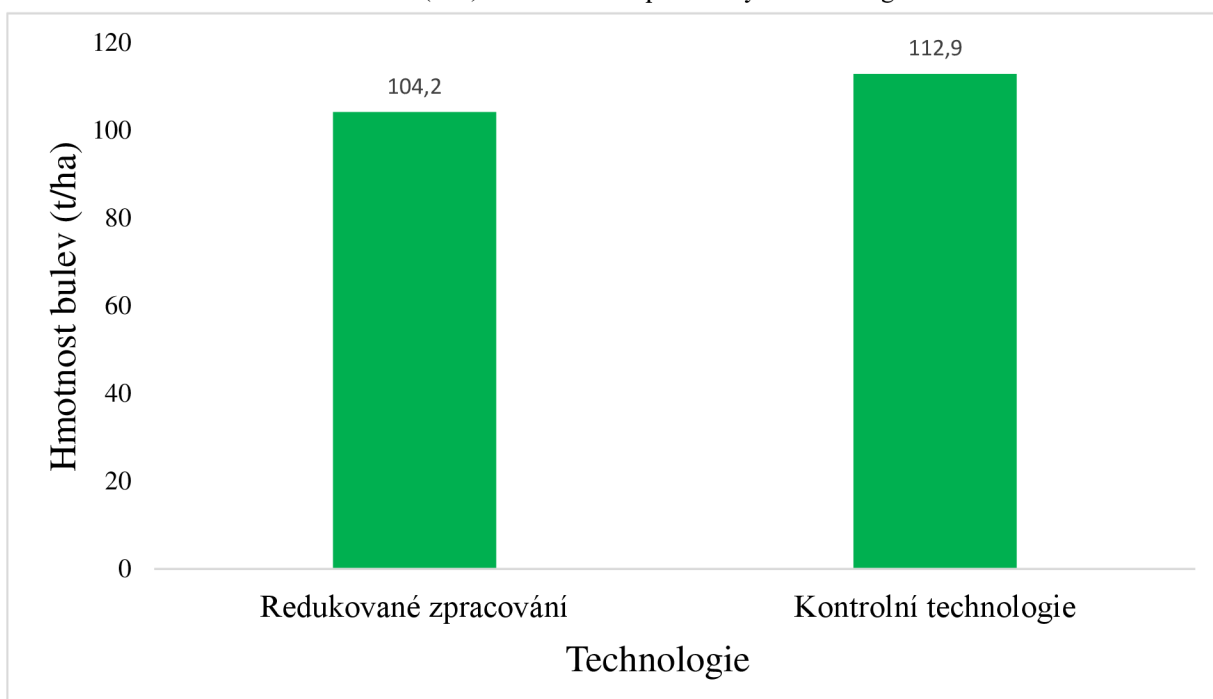
Graf 4. Produkce nadzemní biomasy chrástu (t/ha) v závislosti na provedených technologiích.



5.3 Vyhodnocení dle průměrné hmotnosti bulev

Hodnocení dle hmotnosti řepných bulev jednotlivých technologií ukázalo, že průměrná hmotnost bulev/ha byla vyšší u technologie na kontrolní variantě (graf 5). U technologie s redukovaným zpracováním půdy vyšla průměrná hmotnost bulev 104,2 t/ha, zatímco u technologie na kontrolní variantě byla průměrná hmotnost bulev 112,9 t/ha.

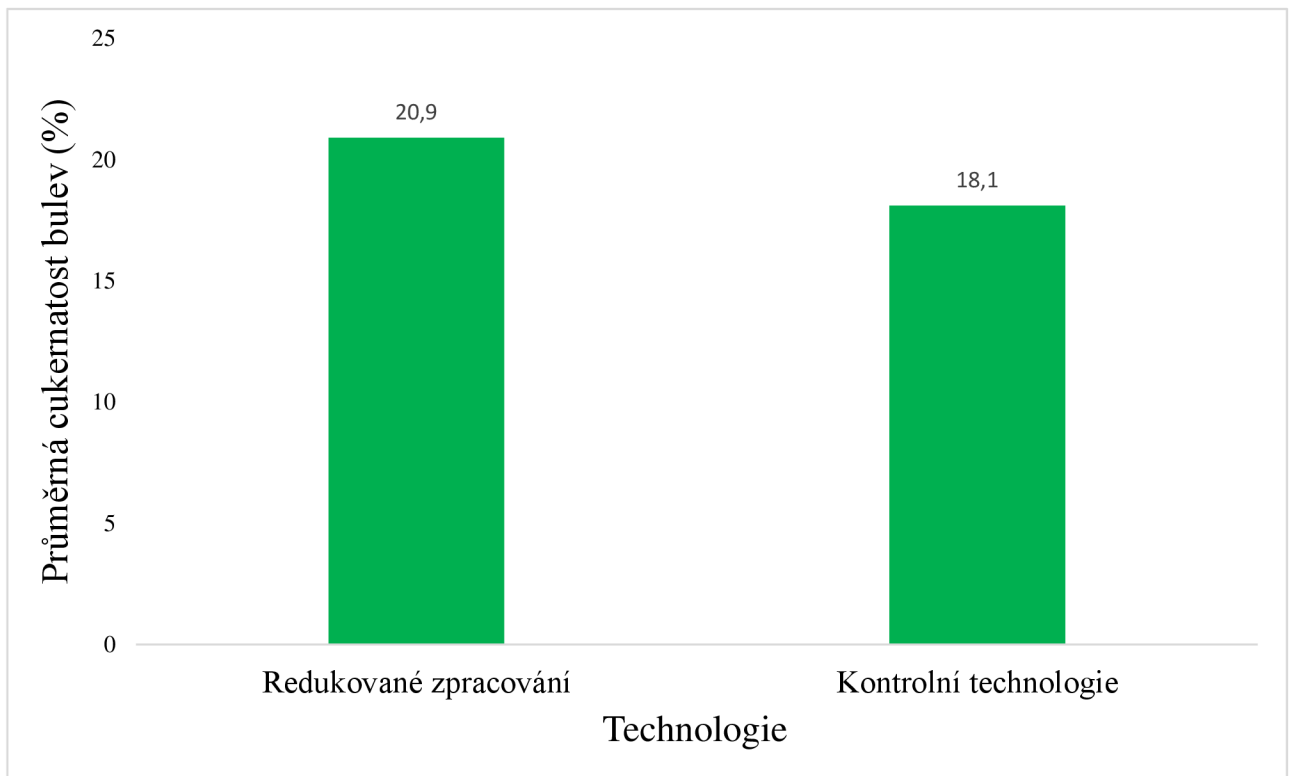
Graf 5. Průměrná hmotnost bulev (t/ha) v závislosti na provedených technologiích.



5.4 Vyhodnocení cukernatosti bulev

Výsledky stanovení průměrné cukernatosti řepných bulev (graf 6) jednotlivých technologií byly rozdílné. U technologie s redukováním zpracováním půdy dosáhla hodnota cukernatosti vyšší, konkrétně 20,9 %. V technologii na kontrolní variantě naopak vyšla cukernatost 18,1 %.

Graf 6. Průměrná cukernatost řepných bulev v jednotlivých technologiích.



5.5 Finanční vyhodnocení pracovních operací

Dle finančního vyhodnocení pracovních operací v technologiích s redukováním zpracováním půdy (tab. 3) a na kontrolní variantě (tab. 4) vyšla z hlediska nákladů na 1 hektar lépe technologie s redukováním zpracováním půdy. Rozdíl mezi variantami byl však minimální, konkrétně náklady na 1 hektar v technologii na kontrolní variantě byly o 634 Kč vyšší než u technologie s redukováním zpracováním půdy.

Vyhodnocení celkových výnosů z 1 hektaru obou technologií je možné vidět v tabulce 5. Výsledky ukazují, že z hlediska celkového výnosu (Kč/ha) vyšla lépe technologie na kontrolní variantě, u které byl celkový výnos o 7 041 Kč vyšší, než u technologie s redukováním zpracováním půdy.

Vyhodnocení výsledku hospodaření z 1 hektaru (tab. 6) vyšlo lépe v technologii na kontrolní variantě, kde zisk dosáhl hodnoty 46 365 Kč/ha. V technologii s redukováním zpracováním půdy byl zisk 39 958 Kč/ha.

Tab. 3. Finanční vyhodnocení pracovních operací u technologie s redukováním zpracováním půdy.

Pracovní operace	Pohonné hmoty	Cena přípravku	Cena celkem
Podmítka po ozimé pšenici	3335 Kč		3335 Kč
Setí meziplodiny	2779 Kč	7375 Kč	10 154 Kč
Zapravení meziplodiny	3335 Kč		3335 Kč
Hluboké kypření	6 948 Kč		6948 Kč
Hnojení NPK	417 Kč	39 042 Kč	39 459 Kč
Hnojení LAV	417 Kč	34 704 Kč	35 121 Kč
Setí	2 779 Kč	76 746 Kč	79 525 Kč
Herbicidní ochrana	473 Kč	43 380 Kč	43 853 Kč
Herbicidní ochrana	473 Kč	43 380 Kč	43 853 Kč
Hnojení LAV	417 Kč	11 568 Kč	11 985 Kč
Fungicidní ochrana	473 Kč	11 416 Kč	11 889 Kč
Fungicidní ochrana	473 Kč	5796 Kč	6 269 Kč
Sklizeň	9 727 Kč		9 727 Kč
Celkem náklady	32 046 Kč	273 407 Kč	305 453 Kč
Náklady na 1 ha	4 432 Kč	37 816 Kč	42 248 Kč

Tab. 4. Finanční vyhodnocení pracovních operací u technologie na kontrolní variantě.

Operace	Pohonné hmoty	Cena přípravku	Cena celkem
Podmítka po ozimé pšenici	3335 Kč		3335 Kč
Setí meziplodiny	2779 Kč	7375 Kč	10 154 Kč
Zapravení meziplodiny	3335 Kč		3335 Kč
Hluboké kypření	6 948 Kč		6 948 Kč
Hnojení NPK	417 Kč	39 042 Kč	39 459 Kč
Mělké kypření	2 779 Kč		2 779 Kč
Hnojení LAV	417 Kč	34 704 Kč	35 121 Kč
Předset'ová příprava	1 807 Kč		1 807 Kč
Setí	2 779 Kč	76 746 Kč	79 525 Kč
Herbicidní ochrana	473 Kč	43 380 Kč	43 853 Kč
Herbicidní ochrana	473 Kč	43 380 Kč	43 853 Kč
Hnojení LAV	417 Kč	11 568 Kč	11 985 Kč
Fungicidní ochrana	473 Kč	11 416 Kč	11 889 Kč
Fungicidní ochrana	473 Kč	5 796 Kč	6 269 Kč
Sklizeň	9 727 Kč		9 727 Kč
Celkem náklady	36 632 Kč	273 407 Kč	310 039 Kč
Náklady na 1 ha	5 066 Kč	37 816	42 882 Kč

Tab. 5. Celkové výnosy cukrové řepy z technologie s redukováním zpracováním půdy a z technologie na kontrolní variantě.

	Redukované zpracování půdy	Kontrolní technologie
Průměrná hmotnost bulev (t/ha)	104,2	112,9
Průměrná cukernatost (%)	20,9335	18,139
Cena (Kč/t)	788,925	790,495
Celkový výnos (Kč/ha)	82 206	89 247

Tab. 6. Výsledek hospodaření v technologii s redukováním zpracováním půdy a v technologii na kontrolní variantě.

	Redukované zpracování půdy	Kontrolní technologie
Celkové náklady (Kč/ha)	42 248	42 882
Celkové výnosy (Kč/ha)	82 206	89 247
Zisk celkem (Kč/ha)	39 958	46 365

6 Diskuze

Zpracování půdy je pro pěstování cukrové řepy důležitou součástí. Kvalitně připravená půda je předpokladem pro optimální strukturu porostu a výnosnost cukrové řepy. Dosavadní způsob zpracování půdy pro cukrovou řepu byl založen na systému trojí orby, za použití podmítky, střední a hluboké orby, jak uvádí Minx & Diviš (1994).

Václavík (1996) uvádí, že trendem v oblasti zpracování půdy jsou minimalizační technologie, které postupně nahrazují dosavadní konvenční zpracování půdy, založené na obracení půdy pomocí pluhu. Pulkrábek et al. (2007) upozorňují, že použití minimalizačních technologií však vyžaduje kvalitní provedení jednotlivých pracovních operací se správným načasováním termínů.

Šuškevič (1995) uvádí, že správně zvolené minimalizační operace s optimálním termínem jejich provedení mohou zlepšit půdní strukturu, vlhkostní poměry v půdě a zároveň snížit půdní utuženost. Uvádí též, že při použití minimalizačních technologií dochází k výraznému omezení rizika vodní a větrné eroze.

Minimalizační zpracování půdy může být prováděno dvěma způsoby, a to ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy nebo redukováním hloubky a intenzity zpracování půdy (Hůla & Procházková 2002).

Polní experiment byl založen na základě redukování zpracování půdy, kde v jedné variantě pokusu bylo provedeno celoplošné kypření bez obracení půdy, s předseťovou přípravou a ve druhé variantě byla předseťová příprava vynechána. Teoretickým důsledkem mělo být snížení výnosu u varianty bez předseťové přípravy, kvůli horší vzcházivosti rostlin. V polním experimentu byly sledovány parametry, které tuto myšlenku měly potvrdit či vyvrátit.

Počet rostlin/ha před sklizní se ve výsledku liší v minimálním množství, ve prospěch varianty s předseťovou přípravou, kde byl počet rostlin/ha vyšší o 12 000 rostlin. Dá se tedy říci, že v polním experimentu technologie s redukováním zpracování půdy nemá výrazný vliv na počet rostlin/ha. Výsledek je překvapivý, jelikož dle Pulkrábka et al. (2007) cukrová řepa vyžaduje kvalitně připravenou půdu pro dosažení optimální vzcházivosti a počtu rostlin/ha, z čehož plyne, že vynechání předseťové přípravy by mělo negativně ovlivnit vzcházivost rostlin a tím následný počet rostlin/ha, v důsledku horší kvality zpracování půdy.

Nadzemní biomasa chrástu může dle Pulkrábka et al. (2007) ovlivňovat celkový výnos cukrové řepy. Hlavně velikost listové růžice a její asimilační výkon, délka fotosyntetické činnosti a také množství ukládaných asimilátů do bulvy mají vliv na výnos cukrové řepy. V polním experimentu bylo větší množství nadzemní biomasy chrástu vyprodukováno ve variantě s předseťovou přípravou, které však mohlo být ovlivněno počtem rostlin/ha v obou variantách.

Výnos cukrové řepy je charakterizován dle počtu rostlin/ha, průměrné hmotnosti bulvy a průměrné cukernatosti bulvy (Vaněk et al. 2016). Pulkrábek et al. (2007) k této skutečnosti přidává, že zmíněné parametry bývají výrazně ovlivněny strukturou porostu, délkou vegetace a její intenzitou. Dle Jabra et al. (2010) je výnos cukrové řepy ovlivněn technologií zpracování půdy. Uvádí, že vlivem nižší intenzity zpracování půdy je snižován i výnos, což potvrdily i výsledky průměrné hmotnosti bulvy, kde vyšla lépe varianta s předseťovou přípravou. Rozdíl mezi variantami byl však minimální a též mohl být ovlivněn počtem rostlin/ha.

Z hlediska průměrné cukernatosti bulv vyšla naopak lépe varianta bez předseťové přípravy, ve které dosáhla průměrná cukernatost hodnoty přes 20 %. Byla tím potvrzena teorie Vrtílka et al. (2018), že dochází ke zvyšování obsahu cukru v bulvách při použití technologií s redukováním zpracováním půdy.

Finanční vyhodnocení obou variant ukazuje, že celkový výnos cukrové řepy byl mírně vyšší ve variantě s předseťovou přípravou, avšak nelze potvrdit, že absence předseťové přípravy má výrazný vliv na snížení výnosu cukrové řepy.

Václavík (1996) uvádí, že jednou z výhod minimalizačních technologií je úspora pohonných hmot v důsledku slučování či vynechání některých pracovních operací. Dle finančního vyhodnocení obou variant je tato myšlenka pravdivá, avšak celkový výsledek hospodaření významně neovlivňuje. Zejména celkový výnos má výrazný vliv na výsledek hospodaření.

Použití redukování zpracování půdy při pěstování cukrové řepy má svou výhodu zejména v podmínkách k tomu příznivých. V oblastech s horšími podmínkami je pro pěstitele výhodnější zvolit konvenční způsob zpracování půdy. Všechny způsoby zpracování půdy mají však společný úkol, a to připravit co nejlepší podmínky pro pěstování cukrové řepy, za účelem kvalitně vedeného porostu a dosažení optimálního výnosu.

7 Závěry a doporučení pro praxi

Cílem bakalářské práce bylo specifikovat vliv redukováného zpracování půdy na pěstování cukrové řepy a na základě polního experimentu ověřit vliv absence předseťové přípravy na celkový výnos cukrové řepy.

Z dosažených výsledků lze vyvodit tyto závěry:

- Počet rostlin/ha vyšel lépe v technologii na kontrolní variantě, kde bylo o 12 000 rostlin/ha více, než v technologii s redukováním zpracováním půdy.
- Nadzemní biomasa chrástu z 1 ha byla vyšší v technologii na kontrolní variantě o 6,6 t/ha.
- Technologie na kontrolní variantě dosáhla průměrné hmotnosti bulev/ha hodnoty 112,9 t/ha, což bylo více, než v technologii s redukováním zpracováním půdy (pouze 104,2 t/ha).
- Řepné bulvy v technologii s redukováním zpracováním půdy dosáhly vyšší průměrné cukernatosti (20,9 %), než v technologii na kontrolní variantě (18,1 %). Technologie zpracování půdy tedy může mít vliv na cukernatost bulev.
- Náklady na redukování zpracování půdy byly o 634 Kč/ha nižší než na technologii s předseťovou přípravou. Výnos však dosáhl vyšších hodnot v technologii s předseťovou přípravou, konkrétně 89 247 Kč/ha, oproti 82 206 Kč/ha v technologii s redukováním zpracováním půdy.
- Výsledek hospodaření ukázal, že vyššího zisku dosáhla technologie na kontrolní variantě se ziskem 46 365 Kč/ha. Zisk z technologie s redukováním zpracováním půdy byl 39 958 Kč/ha.

Polní experiment neprokázal výrazné snížení výnosu v technologii s redukováním zpracováním půdy, avšak výsledek hospodaření jasně ukázal, že výhodnější z finančního hlediska je technologie s předseťovou přípravou, proto bych doporučil využívat technologii zpracování půdy s předseťovou přípravou.

8 Seznam literatury

- Amberger A. 1995. Düngung von Zuckerrüben - Bedarf, Anlieferung und Effizienz der Nährstoffe. *Zuckerrübe* **44**:292-295.
- Asadi M. 2007. *Beet-Sugar Handbook*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Balgheim N, Wegener M, Maminka H. 2018. CONVISO Smart – Erste Erfahrungen zum Einsatz. Pages 510-515 in Nordmeyer H, Ulber L, editors. Tagungsband 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und - bekämpfung, Braunschweig.
- Bhadra T, Mahapatra CK, Paul SK. 2020. Weed management in sugar beet: A review. *Fundamental and Applied Agriculture* **5**:147-156.
- Bittner V, Běhal R. 2018. Škodlivé organismy cukrovky: Abiotikózy, choroby, škůdci, plevele. MARIBOHILESHÖG ApS, Slavkov.
- Blanco-Canqui H, Wortmann CS. 2020. Does occasional tillage undo the ekosystém services gained with no – till? A review. *Soil and Tillage Research* **198**:124-129.
- Boyd DA, Garner HV, Haines WB. 1957. The fertilizer requirements of sugar beet. *The Journal of Agricultural Science* **48**:464-476.
- Brant V, et al. 2016. Pásové zpracování půdy (strip tillage). Profi Press s.r.o., Praha.
- Buffett HG. 2012. Reaping the benefits of no-tillage farming. *Nature* **484**:455.
- Buhler DD, Gonsolus JL, Ralston DF. 1992. Integrated Weed Management Techniques to Reduce Herbicide Inputs in Soybean. *Agronomy Journal* **84**:973-978.
- Cook DA, Scott RK. 1993. *The Sugar Beet Crop*. Chapman & Hall, London.
- Derpsch R. 2003. Conservation Tillage, No – Tillage and related technologies. Pages 181-190 in Garcia-Torres L, Benites J, Martínez-Vilela A, Holgado-Cabrera A, editors. *Conservation Agriculture*. Springer, Dordrecht.
- Draycott AP. 1972. *Sugar-beet nutrition*. John Wiley & Sons, Inc., Suffolk.
- Draycott AP. 2006. *Sugar Beet*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Draycott AP, Christenson DR. 2003. *Nutrients for sugar beet production: soil-plant relationships*. CABI Publishing, Oxon.
- Estler MC, Knittel H. 1996. *Praktische Bodenbearbeitung*. DLG – Verglas – GmbH, Frankfurt am Main.
- Fakhari R, Tobeh A, Khanzade H, Mammadova R, Benab GA. 2015. Effects of planting and harvest dates on quantity and quality of sugar beet seed in Iran. *Listy cukrovarnické a řepářské* **131**:181-187.
- Francis SA. 2006. *Development of Sugar Beet*. Pages 9-29 in Draycott AP, editors. *Sugar Beet*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Freckleton RP, et al. 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. *Agricultural and Forest Meteorology* **93**:39-51.

- Glab T, Kulig B. 2008. Effect of mulch and tillage systém on soil porosity under wheat. *Soil and Tillage Research* **99**:169-178.
- Google Maps. 2005. Google Maps. Google. Available from www.google.maps.com (accessed February 2023).
- Górski D, Gaj R, Ulatowska A, Miziniak W. 2022. Effects of Strip-Till and Variety on Yield and Quality of Sugar Beet against Conventional Tillage. Institute of Plant Protection-National Research Institute, Poznan.
- Hatfield JL, Allmaras RR, Rehm GW, Lowery B. 1998. Ridge tillage for corn and soybean production: enviromental quality impacts. *Soil & Tillage Research* **48**:145-154.
- Hoffmann CM, Huijbregts T, van Swaaij N, Jansen R. 2009. Impact of different environments in Europe on yield and quality of suagr beet genotypes. *European Journal of Agronomy* **30**:17-26.
- Hornsey KG, Arnold MH. 1979. The origins of weed beet. *Annals of Applied Biology* **92**:279-285.
- Hřivna L, Borovička K, Bizík J, Veverka K, Bittner V. 2014. Komplexní výživa cukrovky. Maribo Seed International ApS, Slavkov.
- Hůla J, Procházková B. 2002. Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Hůla J, Procházková B a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha.
- Chochola J. 2006. Levnější herbicidní ochrana cukrovky v roce 2006. *Listy cukrovarnické a řepářské* **122**:84-87.
- Chochola J. 2010. Průvodce pěstováním cukrové řepy. KWS osiva, Řepářský institut Semčice.
- Chochola J, Konečný I, Hamáček V. 1992. Pěstování cukrovky. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.
- Ivanič J, Havelka B, Knop K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. *Príroda*, Bratislava.
- Jabro JD, et al. 2010. Tillage depth effects on soil physical properties, sugar beet yield and sugar beet quality. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **41**:908-916.
- Jelič S, Antunovič M, Bukvič G, Varga I, Iljkič D. 2019. Impact of plant density on growth, yield and quality of sugar beet. *Listy cukrovarnické a řepářské* **135**:107-111.
- Jůzl M, Elzner P. 2014. Pěstování okopanin. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno.
- Jůzl M, Pulkrábek J, Diviš J a kolektiv. 2000. Rostlinná výroba – III (okopaniny). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Kaufmann CK, 2008. Salvation in Sweetness? Sugar Beets in Antebellum America. Pages 95-104 in Friedland SR, editor. *Vegetables: Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cooking 2008*. Prospect Books, Devon, Great Britain.

- Káš M, Mühlbachová G, Kusá H. 2022. Předplodinová hodnota cukrové řepy v podmínkách změny klimatu. *Listy cukrovarnické a řepářské* **138**:58-62.
- Kockelmann A, Tilcher R, Fischer U. 2010. Seed Production and Processing. *Sugar Tech* **12**:267-275.
- Koike ST, Gladders P, Paulus AO. 2007. *Vegetable diseases: A Colour Handbook*. Manson Publishing Ltd, Corringham Road, London.
- Kromer KH, Thelen M, Hien S. 1992. Arbeitsqualität bei der Rübenernte. *Zuckerrübe* **4**:14-16.
- Kumar P, Bhattacharya A, Singh R. 2009. Sugar beet. Pages 705-712 in Kole C, Joshi CP, Shonnard DR, editors. *Handbook of Bioenergy Crop Plants*. Taylor and Francis e-book, Oxfordshire.
- Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o. 2022. PHM, Ceny PHM – aktuální ceny pohonných hmot. Available from www.kurzy.cz (accessed January 2023).
- Lal R. 1990. Ridge-tillage. *Soil & Tillage Research* **18**:107-111.
- Machková H. 2013. Cukrovarnický průmysl ve Francii. *Listy cukrovarnické a řepářské* **129**:356-358.
- Machleb J, Peteinatos GG, Sökefeld M, Gerhards R. 2021. Sensor-Based Intra-row Mechanical Weed Control in Sugar Beets with Motorized Finger Weeder. *Agronomy* **11**:15-17.
- McGrann GRD, Grimmer MK, Mutasa-Göttgens ES, Stevens M. 2009. Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Molecular plant pathology* **10**:129-141.
- McGrath JM, Panella L. 2018. Sugar Beet Breeding. Pages 167-203 in Goldman I, editor. *Plant Breeding Reviews*, Volume 42. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey.
- Mikulka J, Štrobach J, Andr J. 2015. Regulace prosovitých trav v cukrové řepě. *Listy cukrovarnické a řepářské* **131**:86-94.
- Minx L, Diviš L. 1994. *Rostlinná výroba – III: (Okopaniny)*. VŠZ, Praha.
- Morrison JE. 2002. Strip Tillage for No-Till row crop production. *Applied Engineering in Agriculture* **18**:277-284.
- Náglová Z, Kolářiková Janotová B, Remešová M. 2022. Vývoj ekonomiky pěstování cukrové řepy ve vybraných zemích. *Listy cukrovarnické a řepářské* **138**:154-159.
- Norberg OS. 2010. Strip tillage for high – residue irrigated cropping systems. Oregon State University, Oregon.
- Parsons SD, Griffith DR, Doster DH. 1984. Equipment wheel spacing for ridge-planted crops (Till-plant systém, controlled-traffic production technique). *Agricultural engineering* **65**:10-14.
- Pavlů K, Chochola J. 2018. Vliv termínu setí a doby sklizně na produkční ukazatele sklizené cukrové řepy. *Agromanuál, Řepářský institut spol. s r.o. Semčice*. Available from www.agromanual.cz (accessed February 2023).

- Pavlů K, Chochola J. 2022. Kombinace páskového postřiku herbicidy a plečkování cukrové řepy. *Listy cukrovarnické a řepařské* **138**:142-145.
- Pechková J, Hřivna I. 2014. Odběr dusíku a síry cukrovou řepou v druhé polovině vegetace. *Listy cukrovarnické a řepařské* **130**:388-390.
- Pelikán M, Hřivna L, Humpola J. 1999. *Technologie sacharidů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Petkeviciene B. 2009. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing, Rumokai Research Station of the Lithuanian Institute of Agriculture, Vilkaviskis.
- Phillips SH, Young Jr. HM. 1973. *No – tillage farming*. Kentucky University, Lexington.
- Pokorná I, Smutka L, Pulkrábek J. 2011. Světová produkce cukru. *Listy cukrovarnické a řepařské* **127**:118-121.
- Prugar J, et al. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.
- Pulkrábek J, Urban J, a kolektiv. 2015. Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Pulkrábek J, Urban J, Bečková L, Valenta J, Švachula V, Pačuta V. 2007. *Řepa cukrová: Pěstitelský rádce*. Kurent, s.r.o., Praha.
- Pulkrábek J, Urban J, Jedličková M. 2016. Vliv hlubokého kypření půdy s hnojením do depa na produkci cukrové řepy. *Agromanuál*, Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from www.agromanual.cz (accessed February 2023).
- Pulkrábek J, Urban J, Jozefyová L. 2005. Bór by neměl být deficitní živinou cukrovky. *Listy cukrovarnické a řepařské* **121**:264-268.
- Pulkrábek J, Urban J, Pazderů K, Švachula V, Černý I, Candráková E. 2011. Pěstování cukrové řepy a její vliv na životní prostředí. *Listy cukrovarnické a řepařské* **127**:57-62.
- Richter R, Škarpa P. 2013. Úprava živinného režimu půd pro cukrovku. *Listy cukrovarnické a řepařské* **129**:7-8.
- Rybáček V. a kolektiv. 1985. *Cukrovka*. SZN Praha, Praha.
- Schweitzer Ch. 2009. The revolution in the sugar industry and economic perspectives for industry and agriculture. *Listy cukrovarnické a řepařské* **125**:65-67.
- Smrčka L, Hönig V, Hromádka J. 2012. Kde je budoucnost cukrovarnictví v České republice. *Listy cukrovarnické a řepařské* **128**:193-198.
- Stehlík V, Havránek A, Benc S. 1956. *Řepařství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Stigter CJ. 1984. Mulching as a traditional method of microclimate management. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology Series* **35**:147-154.
- Sundermeier A, Reeder RC, Hayes W. 2006. *Fall Strip Tillage Systems: An Introduction*. Ohio State University Fact Sheet. Agricultural Engineering, Ohio.

- Šustrová M. 2014. Vývoj systému společné organizace trhu s cukrem v EU od roku 1968 po současnost. *Listy cukrovarnické a řepařské* **130**:231-234.
- Šuškevič M. 1995. Půdochranné technologie přináší výhody. *Úroda* **43**:16-17.
- Švachula V, Pulkrábek J. 2020. Budoucnost pěstování cukrové řepy. *Agromanuál*, Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from www.agromanual.cz (accessed February 2023).
- Tauférová A, Petrášová M, Pokorná J, Tremlová B, Bartl P. 2014. Rostlinná produkce. Veterinární a farmaceutická Univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie vegetabilních potravin, Brno.
- Triplett Jr. GB, Dick WA. 2008. No – Tillage Crop Production: A Revolution in Agriculture. *Agronomy Journal* **100**:153-165.
- Václavík F. 1996. Minimalizace zpracování půdy – Základ prosperity rostlinné výroby v České republice. Pages 106-110 in Vašák J, Švachula V, editors. *Zamyšlení nad rostlinou výrobou*. Monsanto ČR, Brno.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, Praha.
- Vrtílek P. 2019. Vývoj a současný stav pěstování cukrové řepy v České republice. *Úroda* **66**:79.
- Vrtílek P, Smutný V, Dryšlová T, Neudert L. 2018. Vliv různého zpracování půdy na výnos a cukernatost cukrovky v letech 2015-2017. *Listy cukrovarnické a řepařské* **134**:304-308.
- Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. 2022. *eKatalog BPEJ*. Ministerstvo zemědělství České republiky. Available from www.bpej.vumop.cz (accessed January 2023)

