

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Cukrová řepa a eroze půdy

Diplomová práce

Autor: Bc. Lukáš Tichý

Vedoucí DP: Prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.

2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „**Cukrová řepa a eroze půdy**“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 11. dubna 2014

Podpis autora práce:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za ochotu a odborné vedení při zpracování diplomové práce. Dále děkuji za pomoc a spolupráci Ing. Vladimíru Tichému, agronomovi Stanislavu Zuzánkovi a společnosti Agro Chomutice a.s..

Souhrn

Cílem této práce bylo posoudit vodní erozi na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. Vyhodnotit dopady vodní eroze na produkci cukrové řepy. Vyhodnotit vliv růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy. Za tímto účelem jsme v letech 2012 – 2013 založili maloparcelkové pokusy ve spolupráci s firmou Agro Chomutice.

S ohledem na cíl práce byly v roce 2012 zvoleny 4 varianty zpracování půdy (orba, ošetřená orba, mělké kypření - úhor, kypření), v roce 2013 to byly 3 varianty zpracování půdy (orba, mělké kypření - úhor, kypření). Pokus byl založen metodou dlouhých dílců, na kterém každá varianta měla několik opakování v rámci pokusného pole, v roce 2012 to bylo 5 opakování a v následujícím roce 2013 pouze 3 opakování. Velikost jednotlivých sklizňových parcel byla 10 m². Ve spolupráci se společností VÚMOP proběhlo během vegetace několikrát zadeštění – hodnocení vodní eroze půdy. Termíny zadeštění byly vybrány podle různého vzrůstu cukrové řepy a pokryvnosti hlavně v jarním období, kdy je půda s cukrovou řepou nejvíc náchylná na erozi. Všechny varianty (pokusné plochy) byly připraveny po spádnici. Zadešťování probíhalo 2 x 15 minut. Na každé variantě proběhly 2 měření a to při suché půdě a následně půdě vlhké (po prvním zadeštění). Eroze byla porovnáвана s půdou bez pokryvu rostlinami čerstvě nakypřenou do hloubky 5 cm, proto v označení varianty používáme název úhor. Sklizňové ukazatele jsou vlastně pro porost cukrovky pěstovaný na mělce nakypřené půdě.

Sklizeň proběhla v obou případech ručně, pomocí „dloubáku“. Termíny sklizní byly stanoveny na 24.9.2012 a 7.10.2013. V obou případech byla z každého opakování zjištěna celková hmotnost bulev, listů a počet bulev. Odebrané vzorky byly použity na hodnocení technologické jakosti v laboratoři firmy Syngenta CZ s.r.o..

Ze získaných výsledků vyplývají tyto závěry:

- kypření o hloubce 30 cm má významný protierozní účinek
- způsob zpracování půdy má vliv na produkční ukazatele cukrové řepy
- růstová fáze rostlin cukrové řepy má významný vliv na povrchový odtok a tím i smyv půdy.

Klíčová slova: Plečkování, řepa cukrová, kypření půdy, výnos, cukernatost, vodní eroze půdy

Summary

The aim of this thesis was to compare the water erosion on the different kinds of tillage on the specific part of land and crop of sugar beet. The another point was to evaluate the impact of water erosion on production of sugar beet and to evaluate the effect of growth phase of the crop of sugar beet to water erosion. Because of this we established small-plot attempts in 2012 – 2013 in cooperation with Agro Chomutice.

With regard to the aim of the work was in 2012 chosen 4 variants of tillage (plowing, treated plowing, shallow ripper – fallow, loosening), in 2013 there were 3 types of tillage (plowing, shallow ripper – fallow, loosening). The experiment was established by long parts method, where each variant had a few repetitions within the experimental field, in 2012 it was 5 repetitions and in the year 2013 only 3 repetitions. The size of each plots was 10 m². In partnership with VÚMPP it took place the raining several times during the growing season - assessing water erosion of soil. Raining terms were selected according to different height of the beet and ground cover, especially in the spring when the soil under sugar beet was most susceptible to erosion. All variants (experimental plots) were prepared following the fall line. Raining went 2 x 15 minutes. For each variant, two measurements were carried out and that during the dry soil and wet soil subsequently (after first raining). Erosion was compared to soil without cover plants freshly loosened to a depth of 5 cm, therefore the labeling options use the name fallow. Harvest figures are actually for the crop of sugar beet grown on shallow softened soil.

Harvesting took place in both cases manually using "digger". Harvest date was set for September 24, 2012 and October 7, 2013. In both cases, total weight of roots , leaves and the number of tubers were detected from each repetition. The samples were used for the evaluation of technological quality in the laboratory of Syngenta CZ s.r.o.

From the obtained results it was concluded :

- loosening the depth of 30 cm has a significant antierosion effect
- the method of tillage affects the productivity indicators of the beet
- the growth phase of sugar beet plants has a significant effect on surface runoff and thus washes away of the soil.

Keywords : weeding , sugar beet , loosening the soil , yield, sugar content , water erosion

Obsah

1. Úvod	1
2. Vědecké hypotézy a cíle práce	2
2.1 Vědecké hypotézy	2
2.2 Cíl práce	2
3. Přehled literatury	3
3.1 Význam a postavení řepy cukrové v ČR.....	3
3.2 Cukrovka, vodní eroze a GAEC	4
3.3 Botanická charakteristika, složení bulev, technologická jakost.....	5
3.3.1 Botanická charakteristika	5
3.3.2 Složení bulev	6
3.3.3 Technologická jakost	6
3.4 Tvorba výnosu	7
3.5 Agrotechnika	9
3.5.1 Zařazení cukrovky do osevního postupu	9
3.5.2 Zpracování půdy, eroze a půdoochranné technologie	10
3.5.3 Setí a jeho nové trendy	14
3.5.4 Výživa a hnojení cukrovky.....	15
3.5.5 Ošetřování porostu za vegetace	21
3.5.6 Regulace významných chorob a škůdců	23
3.5.7 Sklizeň.....	24
4. Materiál a metody	26
4.1 Základní informace o pokusném stanovišti	26
4.2 Metodika řešení	27
4.2.1 Agrotechnika	29
4.3 Zpracování výsledků	31
4.4 Charakteristika počasí	32
5. Výsledky	34
5.1 Vyhodnocení dopadů vodní eroze na produkci cukrové řepy	34
5.2 Vyhodnocení vlivu růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy	41
6. Diskuze	44
7. Závěr	48
7.1 Stanoviska k výzkumným hypotézám.....	48
8. Seznam literatury	49
9. Přílohy	55

1. Úvod

Historie pěstování cukrové řepy a především výroby cukru v českých a moravských zemích sahá k téměř 200 leté tradici. V období první republiky představovala cukrová řepa jednu z nejvýznamnějších složek národního hospodářství.

Po nemalou část oněch dvou stovek let nebyl tento průmysl podroben tržnímu prostředí v pravém smyslu slova a ani nyní se nedá v žádném případě tvrdit, že by celkové nastavení cukrovarnictví v Evropské unii bylo liberální. Tím více je ale nutné přemýšlet o tom, jakým směrem by se měla politika v Evropské unii v oblasti řepářství, výroby cukru a potažmo i lihovarnictví vlastně ubírat a jak se jakémukoliv budoucímu vývoji má české řepářství přizpůsobit.

Rok 2013 byl pro cukrovarnický průmysl rokem, ve kterém se rozhodovalo o budoucí podobě trhu s cukrem v Evropské unii, a tudíž i o veškerých mechanismech pro jeho řízení ze strany Evropské komise. Jednalo se tedy o další krok na cestě k dosažení trvale udržitelného pěstování cukrové řepy v produkčních oblastech EU, jehož budoucím a hlavním cílem je dlouhodobá konkurence celosvětově převažující plodině pro výrobu cukru – cukrové třtině. Podle aktuálně uváděného rozdělení surovin pro výrobu cukru tvoří podíl cukrové třtiny 80 %, zbývajících 20 % pak podíl cukrové řepy. Objektivním faktem je však i to, že množství vyráběného cukru z cukrové třtiny ve světě stagnuje. Skutečností ovlivňujících tento stav je několik:

- klimatické a environmentální důvody
- rozvoj obnovitelných zdrojů energie
- výkyvy politické a ekonomické situace v produkčních oblastech ve světě

Naproti tomu lze u cukrové řepy konstatovat, že má jako surovina pro výrobu cukru v Evropské unii potenciál dalšího kvalitativního růstu své produkce. Za posledních několik hospodářských let dosahují v EU výnosy bílého cukru úrovně 10 – 11 t.ha⁻¹ a výnosy cukrové řepy 80 – 110 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti.

V letech 2011 a 2012 průměrné hektarové výnosy našich pěstitelů přepočtené na 16 % cukernatost překročily hranici 70 t.

Poslední pěstitelská sezóna pro cukrovku tak vysoce úspěšná nebyla, ale průměrný republikový výnos 65 t.ha⁻¹ v loňském, z hlediska průběhu počasí nepříznivém roce představuje velmi dobrý výsledek. Průměrná cukernatost loni dosáhla zhruba 17 %. V roce 2013 výměra cukrové řepy na našich polích dosáhla na více než 62,9 tis. ha.

2. Vědecké hypotézy a cíle práce

2.1 Vědecké hypotézy

- A) Vhodnými agrotechnickými opatřeními lze snížit riziko erozního ohrožení porostu cukrové řepy.
- B) Hluboké kypření půdy je půdoochranné opatření snižující odnos půdy vodní erozí.

2.2 Cíl práce

Cílem práce je posoudit vodní erozi na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. Vyhodnotit dopady vodní eroze na produkci cukrové řepy. Vyhodnotit vliv růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy.

3. Přehled literatury

3.1 Význam a postavení řepy cukrové v ČR

V Česku po roce 1990 došlo k výraznému poklesu celkové plochy cukrové řepy, řepa se však zkoncentrovala u nejlepších pěstitelů a na nejlepších pozemcích. Cukrová řepa se dnes vrací na stejný pozemek zpravidla 4. nebo 3. rok. To však není úplně vhodné, neboť dochází k postupnému nárůstu populace *Heterodera Schachtii*. V osevních postupech výrazně narůstá zastoupení brukvovitých plodin, zejména řepky, která je rovněž dobrým hostitelem háďátka řepného (Chochola, 2011).

Zemědělské soustavy ČR i dalších států EU dnes ovlivňují především komerční zájmy a konkurenceschopnost producentů. Méně se zohledňují potřeby trvale udržitelného zemědělství.

Struktura osevních ploch ČR se koncem 20. století výrazně měnila a tudíž se měnila i zemědělská soustava státu i jednotlivých regionů (Švachula, a kol., 2006).

Sjednaná kvóta cukru (372 459,2 t) nerespektuje tradice exportu cukru z České republiky a neumožňuje plné využití potenciálu pěstitelů cukrovky a cukrovarnických společností v České republice.

Při tom ve všech členských státech EU, které produkují cukr, byla a je cukrovka dlouhodobě ekonomickým pilířem rostlinné výroby, zájem o její produkci musí být limitován, cukrovka je dlouhodobě významným zdrojem zisku a hospodářské prosperity.

Cukrovka je svým produkčním a energetickým potenciálem nejvýkonnější plodinou mírného pásma, má nezastupitelnou úlohu jako znamenitá předplodina v osevním postupu.

Mezi novými členskými státy je Česká republika stabilně na prvním místě ve výnosu cukru z hektaru.

Narůstající výkonnost českých, moravských a slezských pěstitelů cukrovky není náhodná. Česká republika má pro pěstování cukrovky velmi dobré půdní a klimatické podmínky, tradici a zejména vysokou odbornou úroveň pěstitelů, schopných využít nabídky nových technologií pěstování, narůstajícího genetického potenciálu osiv cukrovky a šetrné ochrany porostů cukrovky pesticidy (Krouský, a kol., 2006).

3.2 Cukrovka, vodní eroze a GAEC

Půda je jedním z nejcennějších přírodních bohatství každého státu a neobnovitelným přírodním zdrojem. Představuje významnou složku životního prostředí s širokým rozsahem funkcí a je základním výrobním prostředkem v zemědělství a lesnictví. Půda je však ohrožována celou řadou procesů, které vedou k omezení nebo až ztrátě schopnosti půdy plnit své základní produkční a mimoprodukční funkce.

Jedním z nežádoucích procesů je vodní eroze, která v rámci ČR ohrožuje více než 50 % výměry orné půdy. Působením vodní eroze přicházíme o nejúrodnější a živinově nejbohatší část zemědělské půdy – ornici, pěstované plodiny nenajdou v erodované půdě dostatečné množství živin a celková úroda dosahuje nižších objemů (nižší klíčivost, vymílání sadby a kořenů, zatopení níže ležících plodin smytými částicemi, poškození plodin atd.). Na slabě erodovaných půdách se snižují hektarové výnosy o 15–20 %, na středně erodovaných půdách o 40–50 % a na silně erodovaných půdách až o 75 % (Hůla a kol., 2010).

Podmínky pro výskyt vodní eroze jsou v ČR specifické – půdní bloky máme největší v Evropě díky intenzifikaci zemědělské výroby v minulosti, ve velkém byly také rušeny hydrografické a krajinné prvky (rozorání mezí, zatravněných údolnic, polních cest, likvidace rozptýlené zeleně apod.), které vodní erozi účinně bránily. Současně máme ale nejmenší vlastnické pozemky na osobu, což je dáno zastavením trhu se zemědělskou půdou kolem roku 1950 (Novotný a kol., 2014).

Nejvíce je ohrožena půda na svazích, kterou je třeba chránit před účinky vodní eroze, nejlépe dobře zapojeným porostem. Nejúčinnější je takový vegetační pokryv, který je schopen chránit půdu po celý rok – to představuje pouze dobře udržovaný trvalý travní porost. Protože však není možné veškerou ornou půdu na svazích zatravnit a současně je nutné pěstovat i plodiny jako je cukrovka a kukuřice – tedy méně chránící půdu před erozí, musí být půda při pěstování těchto problematických plodin chráněna vhodnými protierozními opatřeními (Hůla a kol., 2010).

Řešení nespočívá v návratu k rozdrobené držbě, která sice často náhodně a někdy i poměrně účinně bránila erozi, ale v cílevědomém uplatnění systematické, komplexní protierozní ochrany, zajišťující jak ochranu půdy, tak regulaci povrchového odtoku v krajině, včetně snížení následných škod zejména v intravilánech obcí (Hůla a kol., 2003).

Jedním z řešení jsou standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu, které pomáhají zajišťovat zemědělské hospodaření v souladu s ochranou životního prostředí a současně chrání půdu. Konkrétně se jedná o standardy GAEC 1 (opatření na ochranu půdy na

svažitých pozemcích) a GAEC 2 (zásady pěstování vybraných hlavních plodin na erozně ohrožených půdách). Tyto opatření se snaží kombinovat zachování konkurenceschopnosti tuzemské zemědělské produkce, plnou účinnost půdoochranných technologií a současně zohlednit ekonomickou a organizační únosnost pro zemědělce (Novotný a kol., 2014).

Jako příklad lze uvést podryvání u cukrové řepy. Jedná se o půdoochrannou technologii, s jejímž využitím lze zachovat pěstování cukrové řepy i na mírně erozně ohrožených půdách. To sebou nese řadu přínosů jak pro zemědělce, tak i pro samotnou půdu.

Půda je neobnovitelný přírodní zdroj, který vyžaduje neustálou a stupňující se péči, její ztráta je neobnovitelná a nevyčíslitelná, uvážíme-li, že 2–3 cm vrstvy půdy potřebují na svůj vznik za velmi příznivých podmínek průměrně 100 až 1000 let (dle místních podmínek). Každý z nás by proto měl mít zájem na její ochraně, aby ji mohly využívat i další generace. Snahou by tak mělo být vyvíjet a ověřovat další vhodné půdoochranné technologie (Anon., 2013).

3.3 Botanická charakteristika, složení bulev, technologická jakost

3.3.1 Botanická charakteristika

Cukrovka (*Beta vulgaris* L. convar. *altissima* Döll. var. *sacharifera* Alef.) patří do čeledi merlíkovité (*Chenopodiaceae*). Základní biologická vlastnost, která je pouze u čeledi merlíkovitých je schopnost vytvářet větší počet kruhů cévních svazků v kulovém kořeni a v osním nadzemním stonku. Z biologického hlediska je cukrovka mnoholetá opakovaně plodící bylina. Z této mnoholetosti se u cukrovky v polních podmínkách využívají jen první dva roky. Proto je z hospodářského hlediska cukrovka považována za rostlinu dvouletou (Rybáček a kol., 1985, Draycott, 2006).

Cukrovka je cizosprašná rostlina s obojakými květy, vytvářející dvojná a mnohočetná klubička, která jsou souborem nepravých plodů (kulovitých nažek) uzavřených ve ztvrdlém zaschlém okvětí. Naproti tomu u odrůd s jednoklíčkovými klubičky jsou květy oddělené a klubičko má mírně zploštělý až čočkovitý tvar. Semínko řepy je 1 až 2 mm velké, hnědé barvy, ploché (Stehlík, 1982).

3.3.2 Složení bulev

Z chemicko-technologického hlediska rozdělujeme látky obsažené v bulvách cukrovky na dřev a řepnou šťávu. Řepnou dřev se rozumí souhrn ve vodě nerozpustných látek. Zbytek tvoří řepná šťáva tj. voda a v ní rozpuštěné substance. Bulva obsahuje asi 24 % sušiny.

Řepná dřev představuje asi 6 % masy bulvy. Hlavní část dřev (70-90 %) tvoří pentosany, pektinové látky a celuloza. Tyto tři skupiny látek jsou zastoupeny přibližně ve stejných poměrech. Zbytek tvoří lignin, bílkoviny, asi 4 % ve vodě nerozpustných organických kyselin a stopová množství jiných organických látek. Mezi obsahem dřev ve sklizené bulvě a její cukernatostí je přímá kladná závislost.

Sklizené bulvy obsahují kolem 18 % ve vodě rozpustných látek. Z nich přibližně 87 % tvoří sacharosa. Všechny ostatní rozpuštěné látky se označují souhrnně jako necukry, jinak také jako doprovodné látky. Složení řepné šťávy se zjišťuje analýzou šťávy vylisované z řepné kaše (Prugar a kol., 2008, Pollach et al., 1996).

3.3.3 Technologická jakost

Kvalita cukrovky, přesněji řečeno její technologická jakost jako technické plodiny a základní suroviny pro výrobu cukru, se utváří na poli. Není jen záležitostí cukernatosti a chemického složení bulvy, ale řady dalších znaků a vlastností, které ovlivňuje mnoho činitelů, vzájemně přímo nebo nepřímo propojených (Zahradníček a Jarý, 2003).

Mezi předem zmíněné vlastnosti patří biologické, chemické, fyzikálněchemické a mechanické vlastnosti bulvy cukrovky, které rozhodují o jejím vhodném skladování a továrním zpracování při dosažení maximální výtěžnosti rafinády a výnosu bílého cukru.

- Z biologických vlastností (znaků) jsou to hlavně tvar, velikost a hmotnost bulvy, její technologická vyžralost, zdravotní stav a rezistence vůči skládkovým chorobám.
- Z vlastností chemických jsou nejdůležitější obsah sacharózy a obsah necukrů, zejména solí sodných a draselných, dusíkatých látek (amidů a volných aminokyselin) a redukujících cukrů (invertů).
- Z fyzikálně-chemických vlastností je to hlavně pH, turgor (osmotický tlak) buněčné šťávy.

- Z mechanických vlastností je to pružnost, pevnost a odpor k řezání (Zahradníček a kol., 2006).

Technologickou zralost a současně i jakost cukrovky dobře charakterizuje tzv. MB faktor, což je množství melasy vyjádřené v procentech připadajících na vyrobený bílý cukr. Čím je hodnota MB faktoru nižší, tím je cukrovka vyzrálejší a jakostnější. Pro jakostní řepu činí 12 až 22, pro méně jakostní 30 a více (Zahradníček a kol., 2005, Zahradníček a kol., 2007).

Cukernatost – procenticky vyjádřený obsah sacharózy v řepné bulvě (Zahradníček a Jarý, 2003).

Alfa-aminodusík – tento tzv. škodlivý dusík přechází z cukrovky téměř kvantitativně do surové šťávy. Šťávy s vysokým obsahem aminokyselin rychle a silně při zahřívání tmavnou a při zpracování dávají zvýšené množství melasy (Tóth a Šoltysová, 2007).

Rozpustný popel – je tvořený převážně draselnými a sodnými solemi organických kyselin. Obsah rozpustného popelu v cukrovce je 0,4-0,6% (Tóth, 2006).

3.4 Tvorba výnosu

Ve srovnání s jinými plodinami se řepa cukrová nevyznačuje autoregulační, ale pouze kompenzační schopností, vlivem které průměrná hmotnost rostliny odpovídá v určitém rozsahu ploše půdy, již má rostlina v průběhu růstu k dispozici. Výnos cukru z jednoho hektaru je dán počtem bulev, jejich průměrnou hmotností a cukernatostí, neboli průměrným obsahem cukru v bulvě. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu při volbě řádkové vzdálenosti výsevu. Produkční proces – tvorbu výnosu cukrové řepy – omezuje především kvalita (struktura) porostu. Předně je to počet rostlin v porostu, jeho přehuštění a mezerovitost. Druhou limitující složkou je délka produkčního procesu (délka vegetace) a její intenzita. V neposlední řadě může výsledky ovlivňovat či limitovat distribuce biomasy a především ukládání cukru do bulvy. Výsledná struktura porostu je odvislá od zvolené vzdálenosti výsevu v řádku (18-21 cm), dosažené vzešlosti porostu (70-85%) a zvolené šířky řádků (45 či 50 cm) (Pulkrábek a kol., 2007).

Podle Pulkrábka a kol. (2007) je výnos cukrové řepy tvořen:

- 1) počtem rostlin na jednotku plochy
- 2) průměrnou hmotností bulvy
- 3) průměrným obsahem cukru v bulvě

Bittner (2008) uvádí, že především přírodní a pěstební podmínky a ne cukrovka jako plodina sama určují limit pro výsledný výnos.

Cukrovka poskytuje v příznivých podmínkách a při řízené agrotechnice vysoký výnos biomasy. Jako okopanina však silně reaguje na nepříznivé podmínky prostředí, chyby v agrotechnice a výživě kolísáním výnosu i poklesem cukernatosti. Tyto ztráty a rezervy jsou v produkci bulev stále značné. Naopak v cukernatosti se je podařilo minimalizovat. Rezervy jsou především ve zvyšování ale hlavně i ve stabilizaci výnosu bulev.

Je nezbytné znát omezující a redukující faktory tvorby výnosu cukrovky a postupně je eliminovat nebo alespoň snižovat. To znamená přiměřeně zvyšovat toleranci rostlin vůči stresům moderními šlechtitelskými metodami, aniž by se zanedbávala preventivní opatření proti devastaci prostředí polních plodin.

Součástí selekčních programů u cukrovky by měla být, kromě zvyšování produkce a jakosti, snaha posílit toleranci či odolnost rostlin ve stresových podmínkách a to nejen proti chorobám, škůdcům a plevelům, ale i proti řadě antropogenních faktorů (stresorů). Nadějně perspektivy skýtají nové biotechnologické postupy (techniky rostlinných explantátů, genové manipulace, tvorba transgenní řepy).

Současné rezervy ve výnosech cukrovky jsou běžně hledány především v agrotechnice pěstování a sklizni. Tyto ztráty (rezervy) jsou ve většině případů součinitelem vlivů pěstitelských a vlivů prostředí (počasí, utužení půdy atd.). Zkušený pěstitel omezuje (snižuje) řízenou agrotechnikou vliv vnějších podmínek (počasí). Včas a správně založený a ošetřený porost má vždy předpoklad k vyššímu výnosu nežli porost mezerovitý a zaplevelený (Pulkrábek a kol., 2001).

V moderní technologii pěstování cukrovky se rozhodně vyplatí hledat a využívat pěstitelských opatření, jež by snižovala vliv stresorů. Nezapomínat na výběr vhodného stanoviště a volit odrůdy vhodné pro určité půdní podmínky, popřípadě vybírat odrůdy tolerantní, využívat půdoochranných a vodušetřících pěstitelských technologií. Dále je možné používat regulátory růstu, u nás například Atonik. Při omezené základní výživě rostlin

cukrovky a hnojení půdy v celém osevním postupu nacházejí větší uplatnění i listová hnojiva. Jsou to zásahy, které významně snižují vliv omezujících faktorů (Pulkrábek, 2001).

Cukrovka má své výnosové limity, ale je nutné definovat, jaké faktory tyto limity určují a na jaké úrovni. Genetický potenciál odrůd cukrovky je velmi vysoký a není možné jej v praktických pěstebních podmínkách běžně dosahovat. Znovu je třeba zdůraznit, že výnos cukrovky není primárně limitován plodinou, ale pěstebními podmínkami a vnějšími faktory prostředí. Mezi ty nejvýznamnější patří délka vegetační doby a rychlost růstu. Z klimatických faktorů se nejedná jen o teplotu, ale i o kvalitu slunečního svitu a koncentraci CO₂ v ovzduší. Nejvíce limitujícím faktorem pro výnos cukrovky je dostatečný příjem vody. V severozápadní Evropě je zapotřebí 250 t vody pro každou tunu produkovaného cukru. Aby tato voda byla využita, rostliny musí být zdravé pokud možno po celou dobu vegetace. Aby byla efektivně využita sluneční energie, rostliny cukrovky se musí velmi rychle vyvíjet – musí docházet k rychlému nárůstu listové plochy a k rychlému zapojení řádků. Všechny vlivy, které tento proces brzdí, současně velmi negativně ovlivňují výsledný výnos cukrovky. A samozřejmě rostliny musí co nejdéle udržet aktivní listový aparát bez napadení chorobami a škůdci a sklizeň musí být pro dosažení nejvyššího výnosu co nejvíce oddálena. Lze konstatovat, že globální oteplování klimatu má svůj pozitivní vliv na zvyšování výnosů cukrovky. V Anglii například výnos cukru rostl o 135 kg za každý rok v období let 1975 až 2005, a to zřejmě v důsledku oteplování. Nárůst výnosu cukru se vysvětluje především rychlejším a intenzivnějším růstem v průběhu jara (Bittner, 2008).

3.5 Agrotechnika

3.5.1 Zařazení cukrovky do osevního postupu

Cukrovka reaguje na různé předplodiny vcelku málo, neboť jejich vliv je kompenzován hnojením statkovými hnojivy a půdními podmínkami, cukrovka je zpravidla pěstována na nejlepších polích (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Při zařazení cukrové řepy do osevního postupu je nutné mít na zřeteli, že nelze uplatňovat volné osevní sledy. Jak v tradičních, tak i jednoduchých osevních postupech pro zařazení cukrové řepy platí určitá pravidla či omezení. Nejvhodnějšími předplodinami cukrové řepy jsou ozimé obilniny, zcela nevhodnými předplodinami jsou jetel, vojtěška a kukuřice (zhoršená vzcházivost pro nerozložené zbytky a zhoršená jakost řepy pro pozdní

čerpání uvolňovaného dusíku). Špatnou předplodinou je samozřejmě cukrová řepa pro nárůst škůdců (hád'átka, maločlence, drátovců), chorob (spály řepné), jednostranné čerpání živin atd. (Pulkrábek a kol., 2007, Chochola, 2011).

3.5.2 Zpracování půdy, eroze a půdoochranné technologie

Existují různé názory na vhodnost a potřebu agrotechnických zásahů při pěstování cukrovky pro dosažení uspokojivých výnosů. Největší názorová rozdílnost je v pojetí nároků cukrovky na fyzikální vlastnosti půdy, zvláště na ulehlost či kyprost, které podmiňují biologické a chemické děje v půdě (Badalíková a kol., 2009).

Základní zpracování půdy k cukrovce na podzim má vytvořit podmínky pro kvalitní předseťovou přípravu půdy, správné založení porostu, vysokou polní vzcházivost, optimální růst hlavního kořene a celé kořenové soustavy (Hůla a kol., 2008).

Starší a dosud běžný způsob zpracování půdy představují dvě až tři orby – podmítka, střední orba se zaorávkou hnoje a hluboká orba. Následně se doporučuje hrubé urovnání povrchu. Novější systém je založen na nahrazení pluhových podmítačů těžkými kypřiči nebo talířovým nářadím a v náhradě záhonových pluhů pluhy otočnými, doplněnými drobiči nebo půdními pěchy. V takovém systému podmítkou dobře urovnáme povrch pozemku a následovně hlubokou orbou otočnými pluhy zapravíme statková hnojiva rovnoměrně do profilu ornice při zachování rovinného povrchu pole. Tato operace umožní omezit počet zásahů při jarní přípravě (Pulkrábek a Urban, 2008).

V současnosti nabývají i u cukrové řepy na významu minimalizační technologie (bezorebné zpracování půdy). Všeobecně je třeba zdůraznit, že minimalizační technologie (kterých může být celá řada), musí být provedeny kvalitně. Řada podniků, hospodařících především na těžkých půdách, využívá při podzimním zpracování půdy místo orby kypření. Půdu neobrací, ale několikrát kypří, nejprve mělčeji a při posledním kypření zpracovává půdu na obdobnou hloubku jako při orbě. Cukrovka pro dobrou tvorbu tvarově pravidelných a vyrovnaných bulev vyžaduje zpracování půdy do hloubky 25-35 cm (Pulkrábek a kol., 2007).

Rashidi and Abbassi (2011) uvádějí na základě studie, že účinek různého zpracování půdy nemá průkazný vliv na výnos a kvalitativní parametry řepy cukrové, dále že zpracování půdy je rozhodující pro dobrý výnos a kvalitu řepy. Obhospodařování půdy minimalizací a redukováním obdělávání půdy lze považovat za výhodnější a vhodnější způsob zpracování půdy, který zvyšuje úrodu a kvalitu řepy cukrové.

Při minimalizaci mají rostliny zpravidla k dispozici více vody. Ztráty způsobené odpařováním jsou výrazně nižší (Köller and Linke, 2006).

Také Awad et al. (2006) zjistili, že lepších výnosů cukrovky a zachování půdní vláhly bylo dosaženo kypřením namísto orby.

Jarní, předseťová příprava půdy navazuje na podzimní orbu či jiné kypření a má podstatný vliv na pravidelné vzcházení rostlin, vyrovnanost porostu i výnos a kvalitu sklizně (Pulkrábek a kol., 2007).

Cílem je připravit půdu pro rychlé a stejnoměrné vzcházení osiva cukrovky a dosažení vysoké sešlosti a kompletnosti porostu i v méně příznivých teplotních a vlhkostních podmínkách (Pulkrábek a Urban, 2008).

Hloubka předseťového zpracování půdy má odpovídat hloubce setí (3-5 cm). Při dobře vytvořeném seťovém lůžku (se spodní utuženější a vrchní nakypněnější vrstvou) je zajištěno kapilární vztlínání vody k osivu, rostliny pak vzcházejí rychleji, rovnoměrněji, s menší závislostí na srážkách. Předseťová příprava půdy by měla být provedena v jedné až dvou operacích. Vhodné je provádět předseťovou přípravu půdy kombinátory, zvláště tam, kde byl povrch hrubě urovnán již na podzim. V takovém případě postačí při dostatečné zralosti půdy jeden zpracovatelský zásah kombinátorem s následným setím. Pokud je půda vlhčí a méně vyžralá, je vhodné použít nejprve brány a následně kombinátor (Hůla a kol., 2008).

Na ukončenou předseťovou přípravu půdy musí bezprostředně navazovat setí. Platí zásada připravit jen tolik plochy k setí, kolik jsme schopni ihned zasít (Škoda a Cholenský, 2002, Hůla a kol., 1997)

V jarním zpracování půdy je velmi důležitá osobní zkušenost a cit zemědělce k odhadnutí správného okamžiku vstupu na pozemek, hloubky a způsobu zpracování. Nelze stanovit kalendářní termín, nerozhoduje teplota půdy, nýbrž její vlhkostní vyžralost. Půda nesmí být lepkavá, musí unést techniku, každé prodlení však znamená ztrátu vody a vegetační doby (Chochola, 1992).

3.5.2.1 Půdoochranné zpracování půdy

Půdoochranné obdělávání půdy zahrnuje celou řadu způsobů zpracování půdy, ale obecně by nemělo zahrnovat technologii s převrácením půdy - orbu. Půdoochranné obdělávání půdy se snaží snížit narušení půdy a maximalizovat kryt půdy, tvořený rostlinnými zbytky (Holland, 2004).

Při konvenčním zpracování půdy, jako je orba, dochází k narušování povrchové vrstvy půdy každý rok. V krátkodobém horizontu tento způsob zpracování půdy vytváří dobré půdní podmínky pro růst plodin, příjem živin a vysoký výnos (Six et al., 1999).

Avšak z dlouhodobého hlediska podle Triplett and Dick (2008) dochází k degradaci struktury půdy, půdní organické hmoty a zvyšuje se mineralizace, což vyvolává snižování obsahu živin, zhutnění a erozi půdy.

Všechny tyto procesy degradují dobře strukturované půdy a zabraňují tak udržitelnosti zemědělské půdy (Fernandez et al., 2009).

Ve většině částí Evropy je aplikace půdoochranného obdělávání půdy stále omezená, ale postupně se zvyšuje (Wauters et al., 2010). Půdoochranné obdělávání půdy je primárně používáno, jako prostředek na ochranu proti erozi půdy, která je závažným problémem. Nejčastější způsob zpracování půdy se skládá z použití hlubokého nebo mělkého kypření půdy, s následnou přípravou seťového lůžka. S ochranným obděláváním půdy souvisí i optimalizace vhodného osevního postupu (např. pšenice - brambory/zelenina - pšenice - cukrová řepa/kukuřice), a pěstování meziplodin, poskytujících půdní kryt přes zimu, který zůstane na povrchu, i při růstu následné plodiny (Steege et al., 2001).

Nejméně chrání půdu před erozí širokořádkové plodiny (v oblastech s intenzivní zemědělskou výrobou se jedná zejména o kukuřici, cukrovku a slunečnici). Tyto plodiny ani po vzejití a dalších fázích nevytvářejí zapojený porost a navíc se sejí na jaře, kdy není půda v předchozích zimních měsících a brzy z jara chráněna vegetačním pokryvem a hrozí nebezpečí eroze z náhlého tání sněhu. Při pěstování širokořádkových plodin vzniká další nebezpečí ohrožení půdy erozí – tvorba půdní krusty, kterou dochází k snižování infiltrační schopnosti půdy a zvyšuje se intenzita povrchového odtoku (Hůla a kol., 2010).

Příznivý účinek půdoochranného obdělávání z hlediska odtoku a snížení ztrát půdy byl jasně prokázán. Experimentální studie také potvrdily, že půdoochranné obdělávání zvýšilo infiltraci půdní kapacity v daném regionu (Leys et al., 2010).

Podle Van den Putte et al. (2012) jsou pro snižování eroze půdy a zvýšení infiltrační kapacity důležité technologie zpracování půdy, které umožňují optimální pohyb vody v půdě, vyhýbají se zhutnění, a udržují optimální stav živin v půdě.

Zpracování půdy zvyšuje homogenitu půdy v obdělané vrstvě, ale zároveň může vyvolat heterogenitu ve formě zhutnění v oblasti pod koly traktoru (Munkholm et al., 2008). U zhutnění je důležité zdůraznit, že negativně ovlivňuje produktivitu plodin. Různé typy strojů používaných pro půdoochrannou technologii mohou mít různé dopady na strukturu

půdy, což má vliv zhutnění a tím i na pohyb a dostupnost vody, stejně jako růst kořenů (Whalley et al., 2008).

Na dostupnosti vody se shoduje i Van den Putte et al. (2010), který dále uvádí, že půdoochranné technologie minimalizují odpařování vody z půdy a v období sucha mohou mít větší pozitivní vliv na výnosy plodin s mělkým kořenovým systémem.

Podle Zentner et al. (2004) půdoochranné obdělávání zvyšuje ekonomickou výkonnost, efektivitu využívání energie, snižuje výrobní rizika a dále také snižuje degradaci půdy a zlepšuje obsah půdní organické hmoty.

Environmentální a ekonomické přínosy z hlediska ochrany obdělávání půdy podle Gruber et al. (2012) nelze zanedbat. Ekologický význam zachování obdělávání půdy je zdůrazněn Evropskou unií, protože je nutné zachování obdělávání půdy v citlivých oblastech pro režimy přímých podpor v rámci systému cross – compliance.

3.5.2.2 GAEC

Řešení negativních dopadů zemědělství na krajinu a životní prostředí je jedním z hlavních témat současné zemědělské politiky. Jejím prvořadým cílem dnes už není produkce, ale udržitelnost zemědělství. K tomu jí slouží hned několik nástrojů. Jedním z nich jsou standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu – GAEC. Tyto standardy zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí a jsou součástí Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance). Hospodaření v souladu se standardy GAEC je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých podpor a některých podpor Programu rozvoje venkova (Anon., 2013).

Standardy GAEC obsahují dvanáct okruhů řešících různou problematiku. Problematika boje proti vodní erozi půdy je částečně řešena standardem GAEC 1 (opatření na ochranu půdy na svažitých pozemcích nad 7 °) a standardem GAEC 2 (zásady pěstování erozně nebezpečných plodin na silně a mírně erozně ohrožených půdách).

Opatření podle GAEC 1 a GAEC 2 se týká obhospodařovaných pozemků (orné půdy), které buďto splňují zadané kritérium (GAEC 1), nebo jsou označeny jako silně nebo mírně erozně ohrožené (GAEC 2).

V rámci pěstovaných plodin nám standard GAEC 2 vyčleňuje skupinu tzv. erozně nebezpečných plodin. Do této skupiny patří zejména širokořádkové plodiny nevyjímaje cukrovky. Plodiny z této skupiny, jak už vyplývá z názvu, jsou velice náchylné k vodní erozi půdy. Proto je nelze za žádných okolností pěstovat na pozemcích, které jsou označeny jako silně erozně ohrožené (SEO). Jiná situace je na mírně erozně ohrožených (MEO) pozemcích,

kde tyto plodiny lze pěstovat pouze s využitím půdoochranných technologií. Pro cukrovku se z těchto technologií nejlépe jeví hloubkové kypření – podrývání. Tato půdoochranná technologie výrazně omezuje povrchový odtok a smyv půdy zejména v raných růstových fázích cukrovky, kdy je riziko vodní eroze nevyšší (Novotný a kol., 2014).

Půda patří mezi životně důležité a těžko obnovitelné přírodní zdroje. Je jednou ze základních složek životního prostředí, její funkce produkční a mimoprodukční jsou nezastupitelné. Půda je vystavena rostoucímu antropogennímu zatížení, je proto nutné prohlubovat systém její ochrany (Hůla a kol., 2010).

3.5.3 Setí a jeho nové trendy

Porosty cukrové řepy jsou zakládány přesným výsevem osiva na konečnou vzdálenost (technologie bez ruční práce). Cílem je dosáhnout kompletní porost řepy, neboť nejdůležitější podmínkou tvorby výnosu cukrové řepy je rovnoměrné obsazení řepného pole rostlinami bez mezer a shluků. Za optimální v současné době považujeme hustější porosty než v minulosti. Optimální počet rostlin je 95 000 až 100 000 řep, mezerovitost do 3-5% a shluky do 2-3%.

Struktura porostu je dána především vzdáleností výsevu v řádku, meziřádkovou vzdáleností 45 cm (50 cm) a vzešlostí porostu. Volba výsevní vzdálenosti je jedním z nejnáročnějších rozhodnutí pěstitele cukrové řepy. Při jejím stanovení vycházíme z kvality osiva, připravenosti pozemku na výsev, z pravděpodobné vzešlosti porostu. V současné době se cukrová řepa vysévá na konečnou vzdálenost 17 až 21 cm, což představuje výsevek na jeden hektar 1,31 až 1,06 výsevních jednotek (Pulkrábek a kol., 2007).

S osevem v poslední době začínáme zpravidla dříve než v minulosti. Hlavním měřítkem pro začátek setí je dobrá zpracovatelnost půdy. Doba možného osevu v našich podmínkách je od 20. března do 15. dubna. Časný výsev (někdy s rizikem) dává předpoklady pro potřebnou délku vegetace, a tím pro dosažení příznivé technologické jakosti, řepa se sklízí vyzrálější a tedy i zpravidla s vyšší cukernatostí. Z tohoto pohledu je významnější termín setí než termín sklizně, který příznivě zvyšuje cukernatost zpravidla jen do poloviny října. Teplota půdy musí v době výsevu dosahovat v hloubce setí minimálně 5°C (Pulkrábek a Urban, 2008).

Hloubka setí je významně ovlivňována předseťovou přípravou půdy, výsevní technikou, ale i pracovní rychlostí sečky. Hloubka výsevu u cukrovky je 25–30 mm (Streit et al., 1992, Wilhelm, 1993).

V poslední době se začínají uplatňovat sečky využívající elektropohon. Jsou to stroje o nižší hmotnosti, které se agregují se slabším traktorem, což představuje snížení zatížení pozemku a příznivější ekonomiku setí.

Důležitým kritériem nového secího stroje je možnost zakládat tzv. kolejové řádky (tj. vynechávat řádky pro průjezd postřikovače). Zatím jsou využívány minimálně, ale je to cesta k další úspoře a intenzifikaci produkce.

Dalším relativně novým prvkem v zakládání porostů cukrovky je „hnojení pod patu“ čímž rozumíme aplikaci granulovaného či tekutého hnojiva při setí pomocí speciálních radliček či disků na secím stroji cukrovky a jeho uložení do půdy ve vzdálenosti 5-6 cm od řádku, v hloubce asi 10cm. Cílem je zvýšení výnosu či úspora hnojiva. Efektivita je dána tím, že hnojivo je umístěno v místech, kde ho rostlina při svém počátečním růstu nejvíce potřebuje (Pulkrábek a Urban, 2006).

V posledních letech se při pěstování cukrovky doporučuje půdoochranné zpracování půdy s využitím mulče strniskových meziplodin, což je zvláště vhodné pro podniky hospodařící bez živočišné výroby nebo na honech erozně ohrožených.

Očekávaným efektem setí cukrovky do mulče z vymrzajících meziplodiny je příspěvek k ochraně půdy před vodní a větrnou erozí. Významný je i přínos této technologie ke snížení rozsahu a intenzity zhutňování půdy na jaře. Dalším očekávaným přínosem setí cukrovky do mulče z vymrzajících meziplodin je snížení proplavování živin, především dusíku, do podzemních vod v období, kdy by jinak byla půda bez vegetačního krytu (podzim).

Tato technologie je používána především při pěstování cukrovky po obilninách. K setí cukrovky jsou používány speciální secí stroje (které umožňují kvalitní založení porostu i při vyšším zastoupení biomasy meziplodin na povrchu půdy) nejčastěji se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva (Hůla a kol., 2008, Brunotte et al., 1998).

3.5.4 Výživa a hnojení cukrovky

Výživa a hnojení cukrovky patří k nejvýznamnějším intenzifikačním faktorům v pěstování cukrovky. Prolínají se zde krátkodobé i dlouhodobé efekty. Krátkodobé se týkají především dusíkatého hnojení a hnojení mikroelementy. Dlouhodobé se týkají hlavně půdní reakce, půdní organické hmoty a zásoby fosforu, draslíku a manganu v půdě (Pulkrábek a Šroller, 1993, Amberger, 1995).

Na řepářských půdách s dobrou sorpční schopností se v minulosti využívalo předzásobního hnojení fosforem a draslíkem pro následující osevní sled. Dnes je základní hnojení často opomíjeno a na řadě honů se to již projevuje nižšími výnosy. U dusíku a mikroelementů se hnojení orientuje přímo k cukrové řepě a vzhledem k vysokým nárokům na množství, i na dynamiku příjmu je zde technika hnojení velmi specifická. Efektivita hnojení je podmíněna půdním prostředím, zejména vyrovnaným vodním a vzdušným režimem, vhodnou základní agrotechnikou, strukturou pěstovaných plodin a množstvím organické hmoty v půdě (Vaněk a kol., 2007).

Dávky živin k cukrovce jsou určovány v systému založeném na analýzách půdy (v minulosti metodou EUF, KVK či AZP), na operativním stanovení jarní zásoby dusíku v půdě a na rozborech rostlin (Pulkrábek a Šroller, 1993).

U cukrovky byla v minulosti propagována metoda elektroultrafiltrace, kterou se určovala potřeba základního hnojení P, K, Ca a Mg, podzimní hnojení N a první prognóza potřeby jarního hnojení N (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Jakýkoliv luxusní příjem živin (to je příjem vyšší než nezbytně nutný) však je škodlivý, zhoršuje ekonomiku a zejména ztěžuje zpracování na cukr. Hnojení je tedy především otázkou optimalizace, nalezení nejlepší kombinace mezi příznivými a nežádoucími účinky hnojiv (Chochola a kol., 1992).

3.5.4.1 Organické hnojení

Tuto formu hnojení cukrové řepy je třeba brát za základ systému hnojení, neboť má splňovat několik funkcí, z kterých je třeba uvést hlavně:

- zvyšovat obsah organické hmoty v půdě za účelem zvyšování její pufrční schopnosti a zlepšování půdní struktury, čímž se upravuje její přirozená úrodnost,
- vnést do půdy určité množství živin a organického materiálu, z kterého se mineralizací bude uvolňovat další množství přístupných živin,
- vnést do půdy i mikroelementy a přirozené biologicky účinné látky působící pozitivně na počáteční vývoj řepy (Bajči a kol., 1997).

V současné době dochází vlivem ekonomických podmínek ke značnému zjednodušení struktury plodin zaměřené především na tržní plodiny (obilniny, olejniny), k poklesu stavů skotu s následkem omezené produkce chlévského hnoje a ke snižování ploch

jetelovin a jetelotravních směsí. V zemědělských podnicích dochází k absenci zúrodňujícího účinku jetelovin a hnojení stájovými hnojivy (Procházková, a kol., 2001).

Nejvhodnější hnojiva jsou hnůj a kompost. V poslední době je více využíváno zelené hnojení. Dávka hnoje je kolem 40 tun na hektar. Důležitější než dávka je vždy termín zaorání. Nejvhodnější pro přeměnu hnoje a pro tvorbu půdní struktury je zaorání v září. V některých případech (zejména na těžkých půdách nebo v suchých oblastech) je vhodné zaorávat hnůj k předplodině. Kejda se slámou jsou vhodným organickým hnojivem, pokud ji rovnoměrně aplikujeme ve stejných termínech jako hnůj. Aplikace kejdy v předjaří vysloveně ohrožuje výsledek pěstování cukrové řepy jak ve výnosu, tak v jakosti (Pulkrábek a kol., 2007).

Účinné organické hnojivo je i digestát – biokal, který vzniká jako vedlejší produkt po kontinuální výrobě bioplynu. Biokal je nepáchnoucí, z hygienického hlediska neškodná, tmavá, amorfni směs suspenzních a koloidních látek. Je především pohotovým zdrojem dusíku s hodnotou pH od 7,63 do 8,5, který neokyseluje půdu, přispívá k lepšímu využití fosforu z půdy a zvyšuje obsah organické hmoty v půdě (Pospíšil a kol., 2011).

Slamka a kol. (2006) uvádí na základě pokusů, že využívání biokalu jako hnojiva, snižuje nároky cukrovky na hnojení průmyslovými hnojivy, vylepšuje bilanci organické hmoty v půdě a výrazně redukuje požadavky na pesticidy.

Význam zeleného hnojení spočívá v tom, že je univerzálním organickým hnojivem, kterým lze nahradit chlévský hnůj (až z 50 %) a dodat do půdy značné množství snadno rozložitelných organických látek. Při užší specializaci rostlinné výroby odstraňuje zelené hnojení částečně i nedostatky, vyplývající z nesprávného střídání plodin v osevním sledu. Přivádí zpět do koloběhu část nevyužitého podílu živin ze spodních vrstev půdy, a tak omezuje nebo snižuje nebezpečí jejich vyplavování (Richter a Kubát, 2003, Preuschen, 1990).

3.5.4.2 Minerální hnojení

Řepařské půdy mají mít reakci v rozmezí pH 6,6 – 7,2 a proto je pravidelné vápnění velmi důležité (Chochola a kol., 1992).

Nejde ani tak o výživový účinek vápníku, jako o dostatečnou a rovnoměrnou dostupnost všech živin a dobrou strukturu půdy. Cukrovka odčerpá okolo 130 – 150 kg.ha⁻¹ CaO podle intenzity výroby (Bajčí a kol., 1997, Kämmerling and Nelles, 1992).

Na těžkých půdách se k vápnění používá pálené vápno (1,0 - 1,5 t na 1 ha), na lehkých a středních půdách se používají jemně mleté dolomitické vápence (1,5 - 3,5 t na 1 ha).

Saturační kaly (3 - 8 t na 1 ha) jsou vhodným hnojivem (Špaldon a kol., 1982, Neuberg a kol., 1995).

Saturační kal napomáhá zvýšit obsah vápníku, zajišťuje stabilní strukturu ornice a aktivní život v půdě (Šárka a kol., 2006).

Za hlavní motor tvorby biomasy je pokládán dusík. Proto se výživě touto živinou věnovala a věnuje mimořádná pozornost. Dusík při výživě cukrovky nepředstavuje jen základ biomasy, ale významně ovlivňuje i technologickou kvalitu této plodiny, jak v pozitivním, tak negativním smyslu (Bajči a kol., 1997).

Rozhodující je stanovení optimální dávky dusíku i správné doby aplikace dusíkatých hnojiv. Jak přehnojení, tak i nedostatek dusíku výrazně ovlivňují výnos a technologickou hodnotu bulev. Zvýšená výživa dusíkem, v druhé polovině vegetace, vede k vyšší tvorbě chrástu a cukrovka špatně dozrává. Nadbytek dusíku snižuje fotosyntézu starších listů, podporuje tvorbu nových listů, čímž stoupá spotřeba cukru z bulev a snižuje se výnos a cukernatost bulev (Ivanič a kol., 1984).

Také Borovička a kol. (2006) uvádí, že pro výživu cukrovky je nutné zajistit minimálně nezbytné množství dusíku pro vytvoření dostatečné listové plochy od počátku vegetace, aby po této fázi následovalo období jeho minimálního příjmu, které příznivě působí na růst bulev a především na jejich kvalitu.

Pro novou technologii pěstování cukrovky je velmi důležité i problematické hnojení dusíkem před setím cukrovky. Amonný a amidický dusík poškozují vzházející cukrovku. Dávky amonného a amidického dusíku v intervalu 3 dny před setím a do vzejití by neměly překročit 30 kg na hektar (Chochola a kol., 1992).

Dávka N v průmyslových hnojivech je podle stanoviště a hnojení organickými hnojivy většinou mezi 60 – 120 kg.ha⁻¹ (Vaněk a kol., 2007).

Avšak při hnojení cukrovky dusíkem bychom měli být opatrní, nepaušalizovat hnojení a rozhodovat se na základě rozborů půdy na N_{\min} v předjarním období (Borovička a kol., 2006).

Efektivní využití dávek N a tím i dosažení odpovídajícího výnosu je přímo závislé na dostatečném přísunu síry (Schnug and Haneklaus, 1994).

Nejvhodnější je celkovou dávku dusíku k cukrovce dělit do dvou dílčích dávek, a to k základnímu hnojení a přihnojení (Ivanič a kol., 1984).

Před setím, podle stanoviště se použije asi 50 % celkové dávky N. Je zapotřebí dodržet alespoň týdenní odstup hnojení a setí a aplikovaná hnojiva zapravit do půdy, aby se předešlo ztrátám dusíku a možnému negativnímu ovlivnění vzcházejivosti semen cukrovky (Vaněk a kol., 2007).

Zavedení nových produktů pro využití ve výživě rostlin – dusíkatého hnojiva UREA^{stabil} (močoviny s inhibítorem ureázy) a pomocného přípravku StabilureN – znamenalo v mnoha směrech změnu v pohledu na výživu N. Ukázalo se, že paušální a zavedené zvyklosti nejsou často tím nejlepším řešením.

Močovina v hnojivu UREA^{stabil} se v půdě vzhledem k působení inhibítora ureázy jen pomalu rozkládá. Nemá nepříznivý vliv na klíčení a vzcházení rostlin. Nerozložená močovina je velmi dobře pohyblivá v půdě a po srážkách se vyrovnává její koncentrace v půdním profilu a klesá koncentrace dusíku v blízkosti osiva. To umožňuje aplikovat větší dávku hnojiva UREA^{stabil} k osivu. Takto založené porosty snadněji odolávají případným následným stresům (např. suchu) a lépe využívají živiny z půdy (Anon., 2011).

Přihnojení cukrovky N by mělo být uskutečněno nejpozději do konce května. Ke hnojení se používá převážně LAV. Přihnojení dusíkem na list ve dvou dílčích dávkách se ukázalo stejně účinné jako jednorázové přihnojení, a proto z provozního hlediska není výhodné (Ivanič a kol., 1984).

Vzhledem na současnou situaci se ukazuje, že je třeba věnovat zvýšenou pozornost hnojení fosforem, jehož obsah v ornici v posledních letech značně poklesl. Hnojení fosforem v součinnosti s hnojením dusíkem se významně podílí na tvorbě a stabilitě výnosu cukrovky (Bajči a kol., 1997).

Na výživě rostlin fosforem se podílí především fosfor z půdy a ukazuje se na malé využití fosforu z hnojiv, které se většinou pohybuje okolo 10 % a tedy, největší část fosforu je odebírána z přijatelných forem P v půdě. Proto také přímé fosforečné hnojení se většinou výrazněji nepodílí na zvýšení výnosů plodin (Vaněk a kol., 2002).

Příjem fosforu má odlišný průběh oproti ostatním živinám. Odběr je rovnoměrný během června, července, srpna a není zanedbatelný ani v září, protože v tomto období má být uhrazena spotřeba energie na tvorbu a transport sacharosy (Žák a kol., 2006).

Cukrovka sice neodebírání tak velké množství fosforu, ale vzhledem k relativně nižší osvojovací schopnosti pro tuto živinu vyžaduje dobrou zásobu pohotového P v půdě.

Za vhodných půdních podmínek se dnes často uplatňuje předzásobní hnojení P; většinou se superfosfát zaorává současně s organickými hnojivy. Průměrné doporučené dávky P se pohybují v rozmezí 40 – 45 kg.ha⁻¹ (Ivanič a kol., 1984, Beissner and Römer, 1999).

Draslík je pro cukrovku jako draslomilnou plodinou důležitou živinou. Jeho odběr cukrovkou je poměrně vysoký, a proto je zpravidla potřebné doplnit hnojením zásobu na požadovanou úroveň (Bajči a kol., 1997).

Draslík svou biochemickou funkcí ovlivňuje příznivě cukernatost sklizených bulev. Na druhé straně je však podstatnou součástí rozpustného popela cukrové řepy, a tím působí velmi negativně při cukrovarnickém zpracování (Pulkrábek a kol., 2007).

Hlavním cílem pro zásobení rostlin vysokými dávkami draslíku je zajistit rychlý růst mladých rostlin. Je velmi pravděpodobné, že příjem draslíku rostlinami cukrovky je předpokladem i pro účinný příjem a aktivitu dusíku. S ohledem na konečnou výtěžnost cukru, je potřeba kontrolovat zásoby K (Grzebisz et al., 2005).

Při hnojení draslíkem je třeba dávat přednost hnojivům chloridovým, protože cukrovka vyžaduje i dostatek sodíku a chlóru. Na půdách s nižším obsahem hořčíku dáváme přednost hnojivům obsahujícím Mg (Kamex aj.).

Cukrovka jako hlubokokořenící rostlina vyžaduje živiny, včetně draslíku, v celém půdním profilu, a proto je výhodnější alespoň část hnojiv zaorávat již na podzim (Ivanič a kol., 1984).

Hnojiva s ostatními živinami zpravidla používáme při výrazném nedostatku konkrétní živiny na stanovišti (podle zjevných příznaků, rozborů rostlin a půd) nebo při nedostatečném příjmu živiny kořeny. U cukrové řepy je to především hnojení bórem a hořčíkem. V budoucnu možná i sírou. Většinou využíváme základní hnojiva doplněná o některé živiny (např. NP s bórem) (Pulkrábek a kol., 2007).

V současné době se v našich půdách můžeme setkat s deficitem bóru. V řepářských půdách ČR nejde zpravidla o absolutní nedostatek bóru, nýbrž o jeho fyziologickou nedostupnost (Pulkrábek a kol., 2005).

Bór významně ovlivňuje procesy tvorby, transportu a ukládání energetických látek (hlavně sacharosy) a funkce související s růstem meristémů a stabilitou buněčných stěn (Pulkrábek a kol., 2005, Antunović et al. 2003).

Příjem bóru se pohybuje jen na úrovni 500 g na hektar, ale už nepatrný a nepozorovatelný nedostatek má za následek snížení výnosu.

Jedním z možných a v současnosti zřejmě nejvíce využívaných způsobů přihnojování je aplikace živin ve formě listových kapalných hnojiv (Kováčová, 2006).

3.5.5 Ošetřování porostu za vegetace

Plečkování je tradiční operace, jejíž dříve naprosto samozřejmé zařazení se v předešlých deseti letech velmi zpochybňovalo. Samozřejmě zůstává plečkování tam, kde se na slévavé půdě po prudkém dešti vytvořil půdní škraloup, který znemožňuje výměnu půdního vzduchu. Naopak, do pozadí se dostalo plečkování, jako součást boje s plevely, neboť porušuje herbicidní film na půdním povrchu a nadto jim vynášíme k půdnímu povrchu další semena plevelů. Plečkování zůstává důležitou operací tam, kde to vyžaduje strukturní stav půdy a tam, kde je potřeba ničit plevelné řepy (Chochola, 2010).

Hubení plevelů je dnes nejdražší skupina operací v cukrovce, v průměru stojí 7 - 8000 Kč/ha. Jsou zde možnosti úspor, ale také chyb, které technologii výrazně prodraží. Důsledky neúspěchu jsou fatální, zaplevelená cukrovka snižuje výnos o desítky procent, její sklizeň je obtížná, v cukrovaru jsou vysoké srážky (Chochola, 2010).

Zaplevelení je do značné míry dáno způsobem obhospodařování. Intenzivní zemědělství je spojeno s důsledným hubením plevelů ve všech plodinách a tento přístup po čase vede k redukci plevelů a k redukci nákladů na herbicidy. Dnes se rozšiřuje bezorební zpracování půdy, stoupl velmi podíl ozimých plodin, objevují se stále více pozemky neobhospodařované. Tyto vlivy přinášejí nárůst zaplevelení vytrvalými plevely – pcháč, pýr, pelyněk a plevely přezimujícími – svízel, heřmánky. Chochola (2006) uvádí, že s tímto trendem je třeba počítat a mnohem důsledněji hubit pcháč a pýr v obilí – je to levnější než v cukrovce – a potom na jaře před zpracováním půdy hubit přezimující plevely totálními herbicidy (kombinátor před setím heřmánky a svízel pouze zahrne, nezničí a likvidace těchto rostlin potom v cukrovce je vzhledem k jejich velikosti prakticky nemožná).

Základním problémem v cukrovce jsou dvouděložné plevele, které se hubí jednak kontaktními herbicidy (účinné látky: phenmedipham, desmediphan, trisulfuron-methyl,

clopyralid) a jednak herbicidy účinkující převážně přes půdu (ethofumesate, metamitron, chloridazon, lenacil, s-metolachlor) vstupující do rostliny přes kořeny a hypokotyl. Ty však zpravidla mají i kontaktní účinek a posilují působení kontaktních herbicidů (Chochola, 2006).

Hubení jednoděložných plevelů v cukrovce je díky vysoké selektivitě herbicidů vůči cukrovce mnohem jednodušší, než hubení plevelů dvouděložných. Samotný fakt existence jednoděložných plevelů ovšem výrazně prodražuje pěstitelskou technologii (Urban, a kol., 2007).

Těžiště chemické ochrany proti plevelům spočívá v dělené postemergentní aplikaci herbicidů (především jejich směsí). Termín ošetření porostu se řídí růstovou fází plevelů (Urban, a kol., 2006).

Největší technologickou chybou je opoždění herbicidních postřiků, aplikace herbicidů až ve fázi pravých listů plevelů. Rychlým sledem (cca po týdnu) 2 až 3 postřiků sníženými dávkami herbicidů po vzejití cukrovky lze zvýšit účinnost a omezit herbicidní stres (Chochola, 2006).

Současná podoba vícenásobných (dělených) aplikací je zpravidla následující:

1. Preemergentní (před vzejitím cukrovky) aplikace půdních herbicidů.
Provádí se buď před posledním zpracováním kompaktozem nebo po zasetí (potom ovšem lépe kolmo na směr setí). Preemergentní aplikace se u nás dělá jen asi na 10 % ploch, na veliké většině polí se tato aplikace vynechává.
2. První postemergentní (po vzejití cukrovky) aplikace – T1
Provádí se, když jsou plevele ve stádiu děložních lístků, bez ohledu na vývojové stádium řepy (Fišer, 2009a).
3. Druhá postemergentní aplikace – T2
Zpravidla 8 - 10 dnů po T1 na další vlnu vzcházejících plevelů a (často zejména) na plevele, které přežily první aplikaci.
4. Třetí postemergentní aplikace – T3
Zpravidla 10 - 18 dnů po T2, zpravidla v období, kdy má cukrovka 6 - 8 listů. Měla by to být závěrečná operace v hubení plevelů (Fišer, 2009b).

Tento postup je v praxi běžně upravován (s ohledem na aktuální průběh počasí, který silně ovlivňuje dynamiku růstu plevelů a cukrové řepy). Jedním z relativně nových přístupů v systému hubení dvouděložných plevelů je aplikace nižších dávek herbicidů s jejich častější aplikací. Hlavním cílem je nižšími dávkami herbicidů omezit herbicidní stres malých rostlin cukrovky a zachovat vysokou herbicidní účinnost na vzcházející plevele. Proto se tradiční tři herbicidní ošetření rozdělují na více, zpravidla pět aplikací s nižšími dávkami, přibližně v pětidenních až sedmidenních intervalech. Dále však Urban a kol. (2008) uvádí, že nižšími dávkami herbicidů s jejich častější aplikací je třeba zasahovat plevele bezpodmínečně ve fázi děložních lístků.

3.5.6 Regulace významných chorob a škůdců

Háďátka řepné *Heterodera Schachtii* je jedním z nejvýznamnějších škůdců cukrové řepy. Zamoření půd stoupá s koncentrací hostitelských rostlin v osevním postupu. V Česku po roce 1990 došlo sice k výraznému poklesu celkové plochy cukrové řepy, řepa se však zkoncentrovala u nejlepších pěstitelů a na nejlepších pozemcích. Cukrová řepa se dnes vrací na stejný pozemek zpravidla 4. nebo i 3. rokem a za této situace populace *Heterodera Schachtii* neklesá, spíše postupně narůstá. V osevních postupech výrazně narůstá zastoupení brukvovitých plodin, zejména řepky, která je rovněž dobrým hostitelem háďátka. Všechny tyto faktory se podílejí na zvýšeném výskytu zamořených půd a na stále rostoucí frekvenci poškozených porostů cukrové řepy. Každé snížení výnosů silně postihuje rentabilitu pěstování cukrové řepy. Eliminace škod působených háďátkem řepným je proto důležitým a aktuálním problémem technologie pěstování. Ochrana spočívá především v osevním postupu – řazení cukrové řepy po 4 – 6 letech, řazení háďátka nepřátelských rostlin (jetelovin, kukuřice, čekanka, bob), pěstování antinematodních mezipločin (ředkve a hořčice). Nejúčinnější ochranou je ale využití tolerantních odrůd k háďátku. Přesto Chochola (2011) upozorňuje na skutečnost, že pěstitelé po zavedení tolerantních odrůd omezují svou reakci na zamoření polí pouze na nákup osiva těchto odrůd. Tolerantní odrůdy však nesnižují úroveň zamoření, pouze eliminují výnosovou ztrátu. Šlechtitelé upozorňují na nebezpečí, že při dlouhodobém pěstování těchto odrůd mohou nematody prolomit bariéru tolerance či rezistence. Proto je potřeba na silněji zamořených pozemcích využívat i další agrotechnická opatření, vedoucí k redukci populace nematodů.

Skvrnatička řepná *Cercospora beticola* je nejvážnější listová choroba houbového původu u cukrovky v ČR. Její rozšíření je v řepařských státech všech světadílů. Nezvládnutí

ochrany proti této houbové chorobě znamená pro pěstitele nebývalé ztráty na výnosu kořene (30 – 50 %), cukernatosti (2 – 4 %) i kvalitě cukrovky. Houba se projevuje na starších listech tvorbou drobných okrouhlých šedohnědých skvrn velikosti 2 – 5 mm, které jsou přesně ohraničeny charakteristickým červenofialovým až hnědým lemem, který však může někdy chybět (Bittner, a kol., 2003, Wolf, et al., 1995).

Systém ochrany cukrovky proti skvrnatičce je založen na dvojím termínu ošetření fungicidy, zcela zásadní je z pohledu výnosu cukru první termín aplikace, který by měl zajistit omezení rozvoje choroby na počátku epidemie a dávka fungicidu, případně úplné vynechání aplikace. V případě optimálního načasování prvního termínu ošetření je pak druhé ošetření fungicidy prováděno spíše výjimečně, a to zejména při pozdějších termínech sklizně a při silném infekčním tlaku. Důležitou okolností pro úspěšné potlačení choroby je správné termínování aplikace fungicidu (Rücker and Wolff, 2001).

Rizománie je dnes jednou z nejvýznamnějších chorob cukrovky. Na poli infikovaném rizománií se výnos u náchylných odrůd snižuje o 80 % a cukernatost až o 60 % a pěstování cukrovky bez tolerantních odrůd je tu prakticky vyloučeno. Rizománie je virová choroba, přenášena půdní houbou *Polymyxa betae*, byla popsána v 60. létech v severní Itálii a od té doby se rozšířila do celé Evropy s výjimkou Skandinávie. Symptomy rizománie se objevují zhruba od poloviny června na listech a kořenech řepy. Typickým symptomem jsou světlá „svítící“ místa nebo jednotlivé rostliny v porostu, vadnoucí rostliny a vousaté řepy bez cyst nematodů, zahnědlé cévní svazky na průřezu kořenovou špičkou. Výskyt choroby je možné prokázat pouze serologickým testem tzv. ELISA test. Dnes je infekce rizománií ve všech českých řepářských oblastech a žádný pěstitel není mimo nebezpečí. Kurativní i preventivní/karanténní opatření při omezování rizománie byla zcela bezúspěšná. Jako jediná úspěšná cesta k omezení škodlivosti se ukázalo šlechtění a pěstování tolerantních odrůd. Současné tolerantní odrůdy jsou stejně výkonné, jako netolerantní (Chochola, 2010).

3.5.7 Sklizeň

V podmínkách České republiky je nejvhodnější dobou pro sklizeň cukrovky druhá až třetí dekáda měsíce října. Z praktických důvodů se však tento termín nedodrhuje. Důvodem je jednak zvýšení využití sklízecí techniky (jednouúčelové stroje) a také se doba sklizně přizpůsobuje poptávce cukrovarů, tj. datu zahájení a ukončení kampaně (Šařec, a kol., 2009).

Současný trend sklizně cukrové řepy je charakterizován ústupem od tažených vyorávačů, odvozu chrástu i dělené sklizně ve prospěch přímé sklizně výkonnými moderními sklízeči s velkým zásobníkem bulv. Do komplexního zajištění sklizně je třeba dále zahrnout ukládku vyorané cukrovky a její následné přečištění a naložení na odvozní prostředky.

Požadavky na techniku zabezpečující tyto úkoly vychází z reálných potřeb na co nejlepší ekonomiku a vysokou výkonnost podloženou kvalitou (Suchánek, 2009).

Poškození bulv při sklizni je nevyhnutelné. Rozsah poškození ovlivňuje jak nastavení a konstrukce sklízeče, tak i půdní vlastnosti. Při malé vlhkosti (méně než 12 %) a větším penetračním odporu půdy dochází v důsledku vyšší soudržnosti půdy a bulvy ke zlomení kořene. Dále je snaha o maximální snížení podílu zeminy ve sklizených bulvách použitím dokonalejších čistících zařízení již při sklizni znamená ale současně nebezpečí zvýšení ztrát poškozením bulv. Ke ztrátám bulv ovšem dochází již při vyorávání. Prvním předpokladem minimálního podílu zeminy a nízkého poškození bulv je stejnoměrný porost. Ve stejnoměrném porostu lze použít mělčího zahloubení vyorávacích radlic a tak snížit podíl ornice, která by se musela odseparovat (Hančarová, 1990, Kromer, et al., 1992).

S prodlužováním délky kampaně v cukrovarech a zvyšováním jejich zpracovatelské kapacity nabývá na významu omezení skladovacích ztrát. Významné ztráty působí počasí při dlouhodobém skladování před továrním zpracováním bulv, proto je nutno část sklizené cukrovky chránit před deštěm, sněhem i před mrazem, aby nedocházelo ke ztrátám hmoty i cukru. Pulkrábek a kol. (2004), Kemmer (1996) uvádějí, že snížení ztrát a poškození cukrovky při dlouhodobém skladování lze zabezpečit účinnou preventivní ochranou řepných hromad, kde významné místo znamená zakrytí povrchu hromad vhodnou krytinou (netkaná textilie, řezaná sláma).

4. Materiál a metody

Pokusy byly realizovány na pozemcích Zemědělské společnosti „Český ráj“ Podůlší a.s. v okrese Jičín.

Cílem této diplomové práce je posoudit vodní erozi na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. Vyhodnotit dopady vodní eroze na produkci cukrové řepy. Vyhodnotit vliv růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy.

4.1 Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2012

Lokalita: Dílce, okres Jičín

Půdní blok: U jasanu

Výměra: 14,77 ha

Průměrná nadmořská výška: 310,36 m

Průměrná sklonitost: 3,2 °

Vzdálenost od vody: 158,56 m

Půdní typ: hnědozemě, ilimerizované půdy

Půdní druh: středně těžké s těžkým podložím

Tab. 1: AZP půdního bloku „U jasanu“ (rok 2010)

pH	6,2	slabě kyselé
Ca [mg.kg ⁻¹]	2319	dobrý
Mg [mg.kg ⁻¹]	210	dobrý
P [mg.kg ⁻¹]	41	nízký
K [mg.kg ⁻¹]	133	vyhovující

Rok 2013

Lokalita: Prachov, okres Jičín

Půdní blok: Nad Haškem

Výměra: 15 ha

Průměrná nadmořská výška: 314,07 m

Průměrná sklonitost: 4 °

Vzdálenost od vody: 142,21 m

Půdní typ: hnědozemě, hnědozemě oglejené

Půdní druh: středně těžké s těžkým podložím

Tab. 2: AZP půdního bloku „Nad Haškem“ (rok 2010)

pH	6,6	neutrální
Ca [mg.kg ⁻¹]	4080	vysoký
Mg [mg.kg ⁻¹]	228	dobrý
P [mg.kg ⁻¹]	123	vysoký
K [mg.kg ⁻¹]	244	dobrý

4.2 Metodika řešení

V realizovaných pokusech byla posuzována vodní eroze na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. V roce 2012 byly v pokusu zařazeny 4 varianty zpracování půdy (orba, ošetřená orba, mělké kypření - úhor, kypření), v roce 2013 to byly pouze 3 varianty zpracování půdy (orba, mělké kypření - úhor, kypření). Pokus byl založen metodou dlouhých dílců na kterém každá varianta měla několik opakování v rámci pokusného pole, v roce 2012 to bylo 5 opakování a v následujícím roce 2013 pouze 3 opakování. Velikost jednotlivých sklizňových parcel byla 10 m². Během vegetace několikrát proběhlo zadeštění – hodnocení vodní eroze půdy. Termíny zadeštění byly vybrány podle různého vzrůstu cukrové řepy a pokrývnosti hlavně v jarním období, kdy je půda s cukrovou řepou nejvíc náchylná na erozi. Všechny varianty (pokusné plochy) byly připraveny po spádnici. Zadešťování probíhalo 2 x 15 minut. Na každé variantě proběhly 2 měření a to při suché půdě a následně půdě vlhké (po prvním zadeštění). Eroze byla porovnávána s půdou bez pokryvu rostlinami čerstvě nakypřenou do hloubky 5 cm, proto v označení varianty používáme název úhor. Sklizňové ukazatele jsou vlastně pro porost cukrovky pěstovaný na mělce nakypřené půdě.

Termíny zadeštění:

1. cukrová řepa má v průměru 8-12 listů – řádky a ani meziřadí nejsou zapojeny
2. cukrová řepa má v průměru 12-16 listů – řádky jsou zapojeny, ale meziřadí není zapojeno
3. cukrová řepa má v průměru 22-28 listů – řádky i meziřadí je již plně zapojeno půda je dostatečně chráněna vegetací

Obrázek 1: Zadešťování porostu cukrové řepy



Skřízeň proběhla ručně, u každého opakování byla zjištěna celková hmotnost bulev a listů. Z každého opakování byl vybrán reprezentativní vzorek 15 bulev na technologický rozbor (stanovení cukernatosti, obsahu draslíku, sodíku a α -aminodusíku). Rozbor a stanovení jakosti jednotlivých vzorků provedla laboratoř společnosti Syngenta Czech s.r.o.

Na základě těchto ukazatelů byl vypočítán výnos polarizačního cukru, teoretická výtěžnost, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost.

Výnos polarizačního cukru ($t \cdot ha^{-1}$)

$$PC = (\text{výnos bulev} \times \text{cukernatost}) / 100$$

Teoretická výtěžnost (%)

Pro výpočet tohoto ukazatele byl nejprve vypočítán **teoretický zůstatek cukru v melase (C_M)** podle Reinefeldova vztahu.

$$C_M = 0,343 [K + Na] + 0,094 [\alpha N] + 0,29$$

kde je:

C_Mteoretický zůstatek cukru v melase (% ř.)

$[K + Na]$koncentrace iontů K^+ a Na^+ v řepě (mmol/100 g)

$[\alpha N]$koncentrace α -aminodusíku v řepě (mmol/100 g)

Vypočtená hodnota teoretického zůstatku cukru v melase byla odečtena od cukernatosti a tím získána teoretická výtěžnost.

Výnos bílého cukru ($t \cdot ha^{-1}$) dle Reinefelda

$$\text{výnos bulev} \times \text{teoretická výtěžnost} / 100$$

Výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost ($t \cdot ha^{-1}$)

$$[\text{výnos bulev} \times (\text{cukernatost} - 2,7) / 13,3]$$

4.2.1 Agrotechnika

Pozemky, na kterých byly založeny polní pokusy v roce 2012 a 2013 mají téměř totožnou charakteristiku. Předplodinou byla v obou případech tradičně pšenice ozimá. Technologie pěstování a sled pracovních operací je obdobný (viz. tab. 3 a 4).

Rok 2012

půdní blok: U jasanu

odrůda: Viktor, 1,24 VJ.ha⁻¹ => 18 cm výsevní vzdálenost

Tab. 3: Přehled pracovních operací v roce 2011/2012

Termín	Pracovní operace	Poznámka
2.9.2011	Herbicidní postřik	Kaput 3 l.ha ⁻¹
20.9.2011	Hnojení - statková hnojiva	hovězí + vepřový hnůj 50 t.ha ⁻¹
20.9.2011	Zapravení hnoje	talířový podmítač, hloubka 15 cm
27.9.2011	Ošetření podmítky	kompaktomat K 600
29.9.2011	Vápnění – saturační kaly	šáma 4 t.ha ⁻¹
12.10.2011	Herbicidní postřik	Kaput 1,5 l.ha ⁻¹
20.10.2011	Hloubkové kypření	kypřič CLC, hloubka 30 cm
25.3.2012	Rozvláčení	brány
26.3.2012	Hnojení – minerální hnojiva	NPK ₁₅₋₁₅₋₁₅ 250 kg.ha ⁻¹
26.3.2012	Předseťová příprava	kompaktor Konskilde 600
26.3.2012	Setí	Accord Monopill SE
20.4.2012	Herbicidní postřik	Fenifan 2 l.ha ⁻¹ , Demifan 0,6 l.ha ⁻¹ , Betox 1 l.ha ⁻¹ , Oblix 0,2 l.ha ⁻¹
30.4.2012	Herbicidní postřik	Fenifan 1,5 l.ha ⁻¹ , Oblix 0,3 l.ha ⁻¹ , Mix Double 0,6 l.ha ⁻¹ , Safari 30g.ha ⁻¹
4.5.2012	Přihnojení – minerální hnojiva	LV 15 % 200 kg.ha ⁻¹
5.5.2012	Plečkování	plečka
10.5.2012	Herbicidní postřik	Mix Double 1,4 l.ha ⁻¹ , Oblix 0,4 l.ha ⁻¹ , Demifan 0,4 l.ha ⁻¹ , Safari 30 g.ha ⁻¹ , Boronia 0,1 l.ha ⁻¹
13.5.2012	Přihnojení – minerální hnojiva	LAV 27 % 150 kg.ha ⁻¹
17.5.2012	Herbicidní postřik	Cliophar 0,35 l.ha ⁻¹
30.5.2012	Herbicidní postřik	Flirt 1,5 l.ha ⁻¹ , Borosan Forte 0,1 l.ha ⁻¹
23.7.2012	Fungicidní postřik	Eminent 0,8 l.ha ⁻¹ , Boronia 1 l.ha ⁻¹
17.8.2012	Fungicidní postřik	Bumper Super 1 l.ha ⁻¹ , Boronia 1 l.ha ⁻¹
3.11.2012	Sklizeň	samochoďný sklizeč Ropa

Rok 2013

půdní blok: Nad Haškem

odrůda: Talenta, 1,24 VJ.ha⁻¹ => 18 cm výsevní vzdálenost

Tab. 4: Přehled pracovních operací v roce 2012/2013

Termín	Pracovní operace	Poznámka
4-5.9.2012	Hnojení - statková hnojiva	hovězí + vepřový hnůj 50 t.ha ⁻¹
4-5.9.2012	Zapravení hnoje	talířový podmítač, hloubka 15 cm
10.9.2012	Ošetření podmtíky	kompaktomat K 600
12.9.2012	Vápnění – saturační kaly	šáma 4 t.ha ⁻¹
2.10.2012	Herbicidní postřik	Glyfos 3 l.ha ⁻¹
25.10.2012	Hloubkové kypření	kypřič CLC, hloubka 30 cm
20.4.2013	Rozvláčení	brány
21.4.2013	Hnojení – minerální hnojiva	NPK ₁₅₋₁₅₋₁₅ 250 kg.ha ⁻¹
21.4.2013	Předseťová příprava	kompaktor Kongsilde 600
21.4.2013	Setí	Accord Monopill SE
5.5.2013	Herbicidní postřik	Powertwin 0,8 l.ha ⁻¹ , Grounded 0,25 l.ha ⁻¹ , Betox 1 l.ha ⁻¹ , Boronia 0,1 l.ha ⁻¹
15.5.2013	Herbicidní postřik	Fenifan 0,7 l.ha ⁻¹ , Oblix 0,4 l.ha ⁻¹ , Mix Double 1,25 l.ha ⁻¹ , Safari 30g.ha ⁻¹ , Boronia 0,1 l.ha ⁻¹
17.5.2013	Přihnojení – minerální hnojiva	LV 15 % 200 kg.ha ⁻¹
19.5.2013	Plečkování	plečka
25.5.2013	Přihnojení – minerální hnojiva	LAV 150 kg.ha ⁻¹
8.6.2013	Herbicidní postřik	Mix Double 1,5 l.ha ⁻¹ , Fenifan 1 l.ha ⁻¹ , Flirt 1,5 l.ha ⁻¹ , Safari 30 g.ha ⁻¹ , Stemat Super 0,6, l.ha ⁻¹ , Boronia 0,1 l.ha ⁻¹
23.6.2013	Herbicidní postřik	Betox 1,5 l.ha ⁻¹ , Cliophar 0,35 l.ha ⁻¹ , Fusilade Forte 1 l.ha ⁻¹ , Boronia 1 l.ha ⁻¹
7.7.2013	Fungicidní postřik	Amistar Top 0,75 l.ha ⁻¹ , Spartan 0,15 l.ha ⁻¹
2.8.2013	Fungicidní postřik	Bumper Super 1 l.ha ⁻¹ , Boronia 1 l.ha ⁻¹ , Nurelle D 0,6 l.ha ⁻¹ , močovina 20 kg.ha ⁻¹
14-15.11.2013	Sklizeň	samochoďný sklizeč Ropa

4.3 Zpracování výsledků

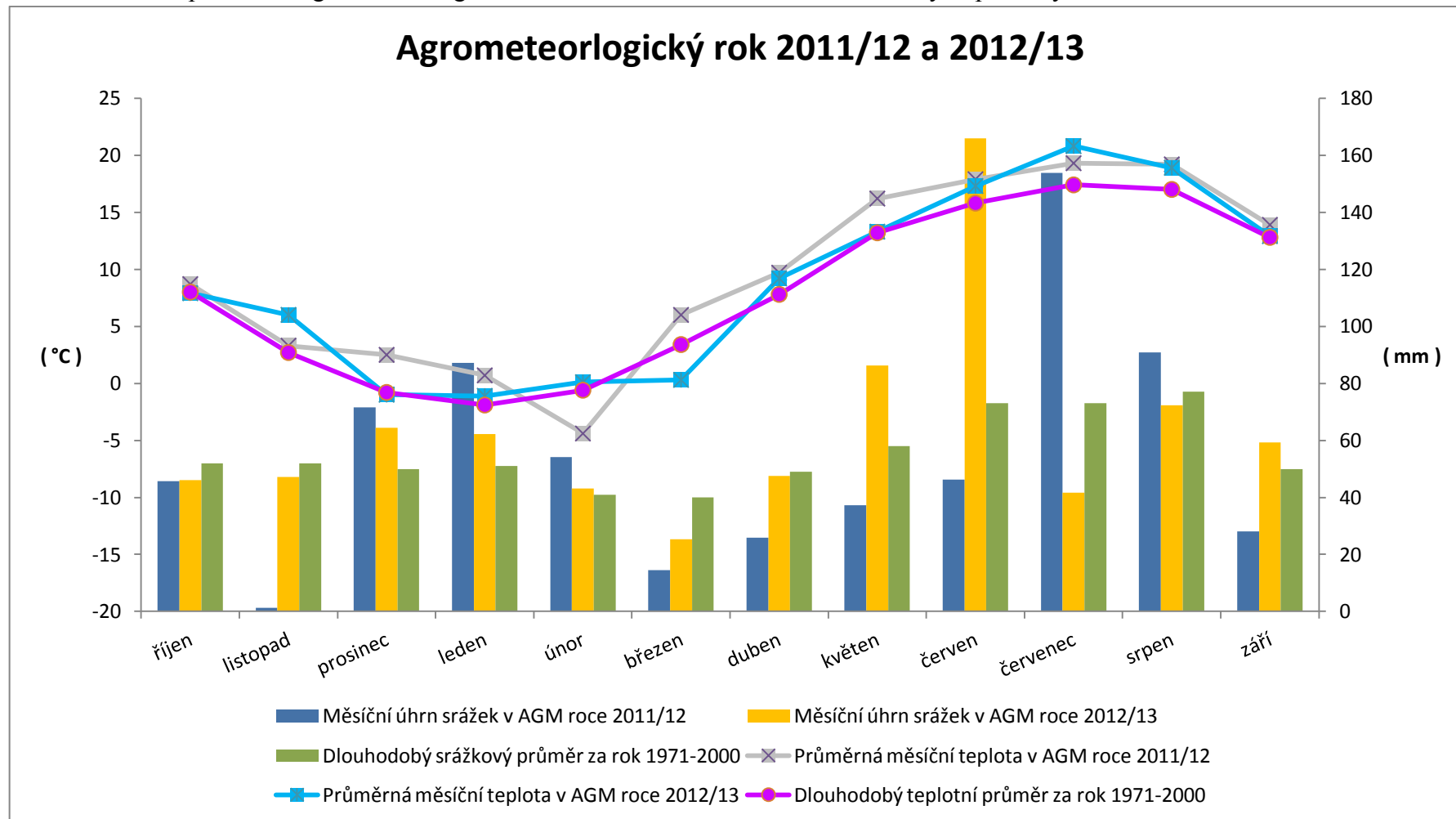
Výsledky byly hodnoceny pomocí statistického programu Statistica 12. K vyhodnocení výsledků byla použita vícefaktorová analýza rozptylu. Pro podrobnější vyhodnocení výsledků analýzy rozptylu, byla použita Tuckeyho metoda mnohonásobného porovnávání. Ve všech hodnoceních byl použit 95 % koeficient spolehlivosti ($\alpha = 0,05$).

4.4 Charakteristika počasí

Tab. 5: Meteorologické údaje z meteorologické stanice Jičín

Agrometeorologický rok 2011/12	Hodnocení			
	Δt	teplotní	%	srážkové
Říjen	+ 0,7	normální	87,8	normální
Listopad	+ 0,6	normální	2,5	mimořádně suchý
Prosinec	+ 3,3	silně teplý	143,2	vlhký
Leden	+ 2,6	teplý	171	silně vlhký
Únor	- 3,8	studený	132	normální
Březen	+ 2,6	teplý	36	suchý
Chladný půlrok	+ 1	normální	95,4	normální
Duben	+ 1,9	teplý	52,6	suchý
Květen	+ 3	silně teplý	64,1	normální
Červen	+ 2,1	silně teplý	65,2	suchý
Červenec	+ 1,9	silně teplý	210,7	silně vlhký
Srpen	+ 2,2	silně teplý	118	normální
Září	+ 1,1	teplý	56,2	normální
Teplý půlrok	+ 2,03	mimořádně teplý	94,5	normální
Agrometeorologický rok	+ 1,52	mimořádně teplý	94,9	normální
Agrometeorologický rok 2012/13	Hodnocení			
	Δt	teplotní	%	srážkové
Říjen	- 0,1	normální	86,4	normální
Listopad	+ 3,3	mimořádně teplý	90,5	normální
Prosinec	- 0,2	normální	128,8	normální
Leden	+ 0,8	normální	122,2	vlhký
Únor	+ 0,7	normální	105,3	normální
Březen	- 3,1	studený	63,5	normální
Chladný půlrok	+ 0,3	normální	99,45	normální
Duben	+ 1,4	normální	97,1	normální
Květen	+ 0,1	normální	146,6	vlhký
Červen	+ 1,5	teplý	227,3	mimořádně vlhký
Červenec	+ 3,4	mimořádně teplý	57	suchý
Srpen	+ 1,9	silně teplý	93,8	normální
Září	+ 0,1	normální	118,4	normální
Teplý půlrok	+ 1,4	silně teplý	123,4	vlhký
Agrometeorologický rok	+ 0,8	teplý	111,4	vlhký

Graf 1: Grafické porovnání agrometeorologického roku 2011/12 a 2012/13 s dlouhodobými průměry za období 1971-2000



5. Výsledky

V této kapitole uvádím výsledky dvouletého pokusu v okolí Jičína. Cílem pokusů je posoudit vodní erozi na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. Vyhodnotit dopady vodní eroze na produkci cukrové řepy. Vyhodnotit vliv růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy.

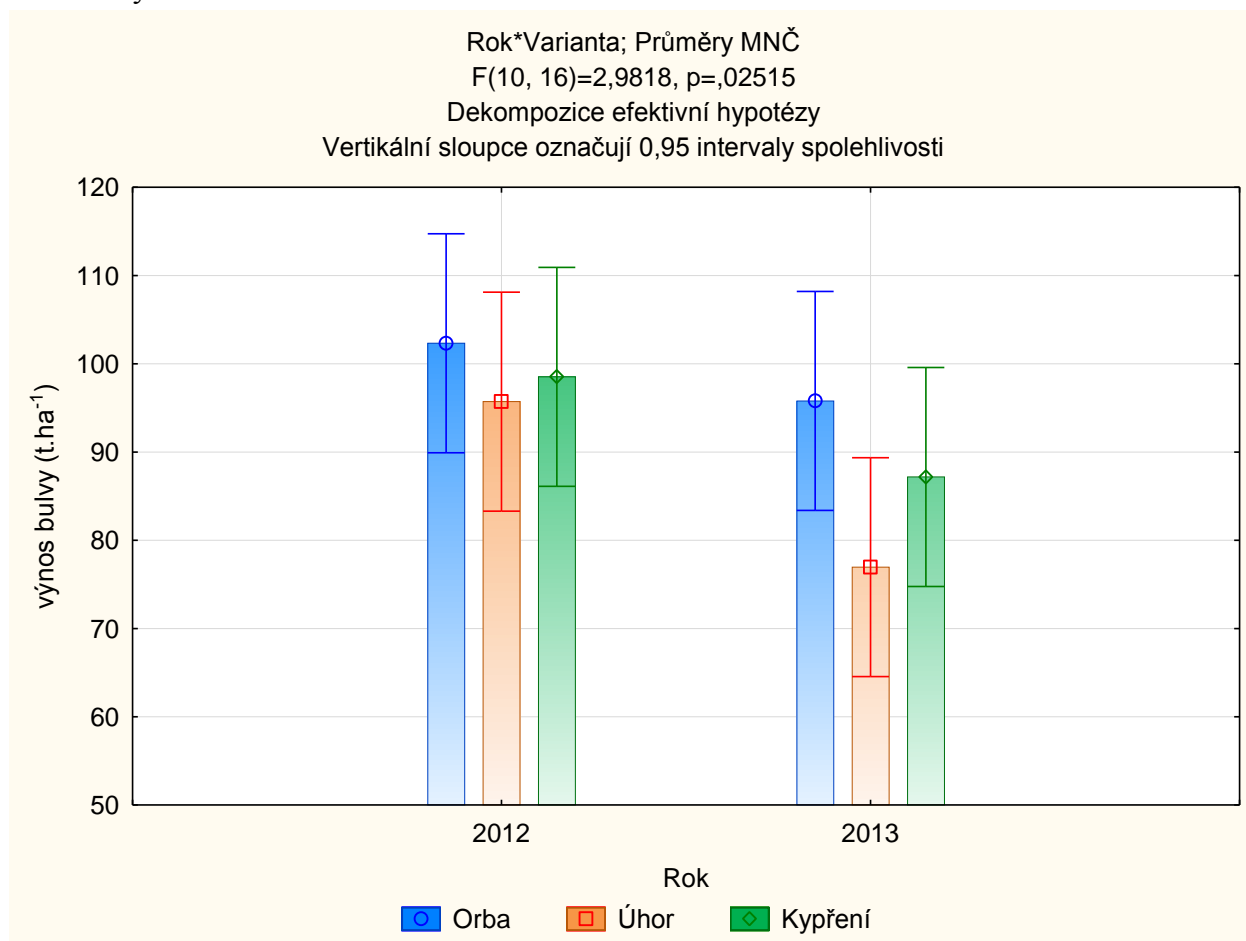
Jednotlivé varianty se od sebe liší základním zpracováním půdy (mělké kypření - úhor, orba, kypření). Následná technologie pěstování a sled pracovních operací je pro všechny varianty společná.

Sklizeň proběhla v obou případech ručně, pomocí „dloubáku“. Termíny sklizní byly stanoveny na 24.9.2012 a 7.10.2013. V obou případech byla z každého opakování zjištěna celková hmotnost bulev, listů a počet bulev. Dále byly vybrány reprezentativní vzorky bulev na technologický rozbor. Vždy tři opakování z každé varianty. Stanovení kvalitativních ukazatelů provedla laboratoř společnosti Syngenta Czech s.r.o.

5.1 Vyhodnocení dopadů vodní eroze na produkci cukrové řepy

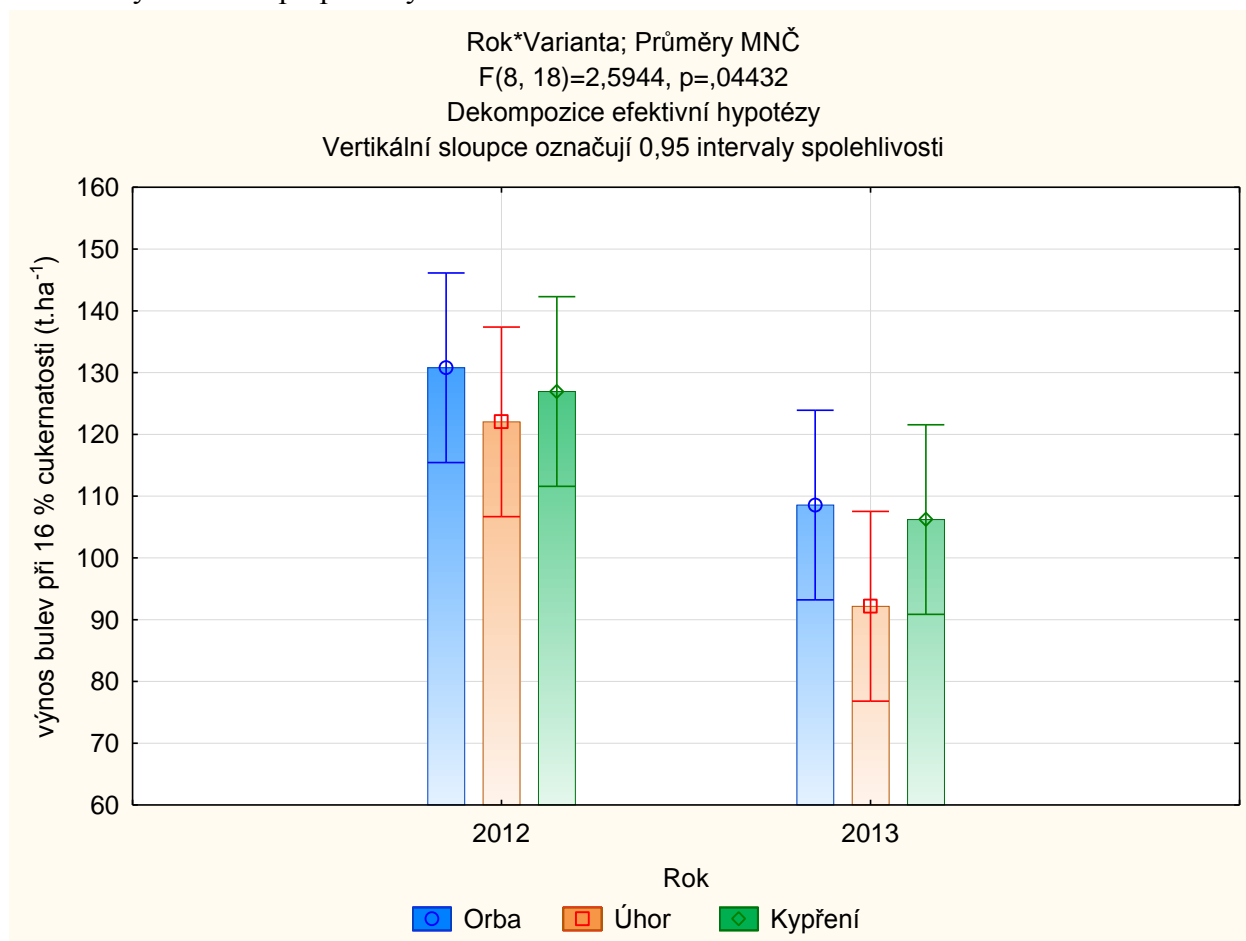
Mezi sledované ukazatele patří výnos bulev. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo v roce 2012, konkrétně u varianty orba (tab.10), byl výnos bulev $100,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Variantě kypření náležel výnos bulev $99,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nejnižšího výnosu bylo dosaženo u varianty mělké kypření - úhor, který činil $96,32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. V roce 2013 patří nejvyšší výnos bulev $95,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ opět variantě orba (tab. 11). Nejnižší výnos $76,95 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ byl zaznamenán u varianty mělké kypření - úhor. U získaných výsledků nebyl zjištěn statisticky prokazatelný rozdíl mezi základním zpracováním půdy a výnosem bulev.

Graf 2: Výnos bulev



Ostře sledovaný ukazatel pro každého pěstitele je výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost. V současné době je právě za tento ukazatel pěstitel placen. Z tabulek 10 a 11 je zřejmé, že nejlepších výsledků bylo dosaženo v roce 2012, kde nejvyšší průměrný výnos 130,78 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti náležel variantě orba. Na druhé místo dosáhla varianta kypření s průměrným výnosem 126,94 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti. Nejnižší výnos 122,03 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti byl u varianty mělké kypření - úhor. Méně úspěšný byl rok 2013, ve kterém nejvyšší průměrný výnos při 16 % cukernatosti činil 108,56 t.ha⁻¹. Dosažen byl u varianty orba. Druhý nejvyšší výnos 106,21 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti byl zjištěn u varianty kypření. Nejnižšího výnosu 92,17 t.ha⁻¹ při 16 % cukernatosti dosáhla varianta mělké kypření - úhor. Mezi jednotlivými variantami byl sledován statisticky významný rozdíl viz. tabulka 6.

Graf 3: Výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost



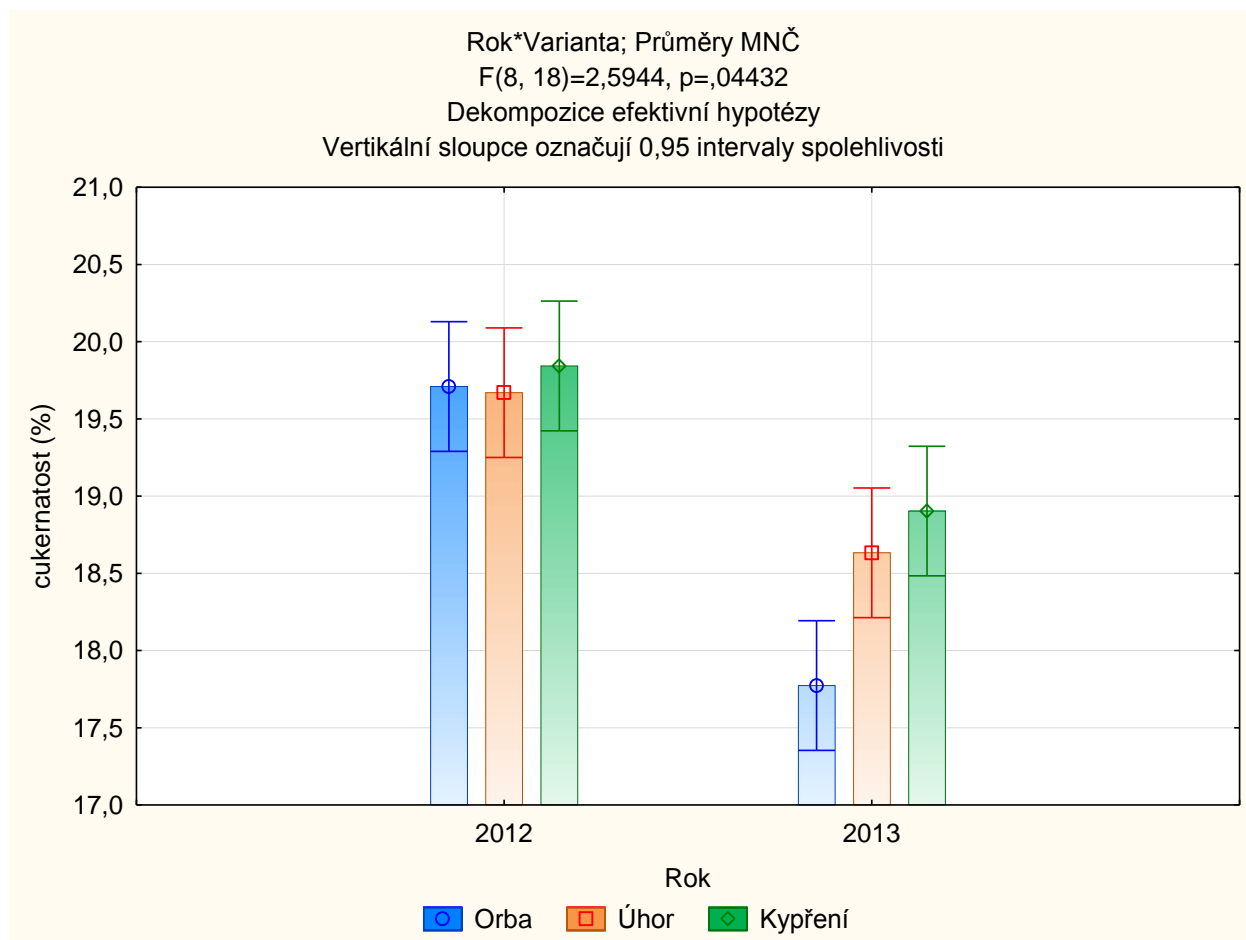
Tab. 6: Podrobné statistické vyhodnocení výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatosti

Tukeyův HSD test; proměnná výnos bulev při 16 % cukernatosti (t. ha ⁻¹) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 148,96, sv = 12,000								
Č. buňky	Rok	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			130,78	122,03	126,94	108,56	92,170	106,21
1	2012	Orba		0,945	0,999	0,293	0,021	0,209
2	2012	Úhor	0,945		0,996	0,753	0,091	0,621
3	2012	Kypření	0,999	0,996		0,476	0,040	0,357
4	2013	Orba	0,293	0,753	0,476		0,588	1,000
5	2013	Úhor	0,021	0,091	0,040	0,588		0,722
6	2013	Kypření	0,209	0,621	0,357	1,000	0,722	

Ze zjištěných výsledků cukernatosti (tab. 10) vyplývá, že v roce 2012 byla nejvyšší průměrná cukernatost 19,84 % naměřena u varianty kypření. Hodnota 19,71 % náleží variantě orba. Nejnižší cukernatost 19,67 % byla u varianty mělké kypření - úhor. Cukernatost v roce 2013 (tab. 11) byla nejvyšší u varianty kypření, konkrétně 18,9 %. Celkem překvapující je hodnota cukernatosti u varianty mělké kypření - úhor, kde dosáhla na úroveň 18,63 %.

Nejnižší cukernatost 17,77 % patří variantě orba. Mezi jednotlivými variantami byl prokázán statistický významný rozdíl v roce 2013 viz. tabulka 7.

Graf 4: Cukernatost



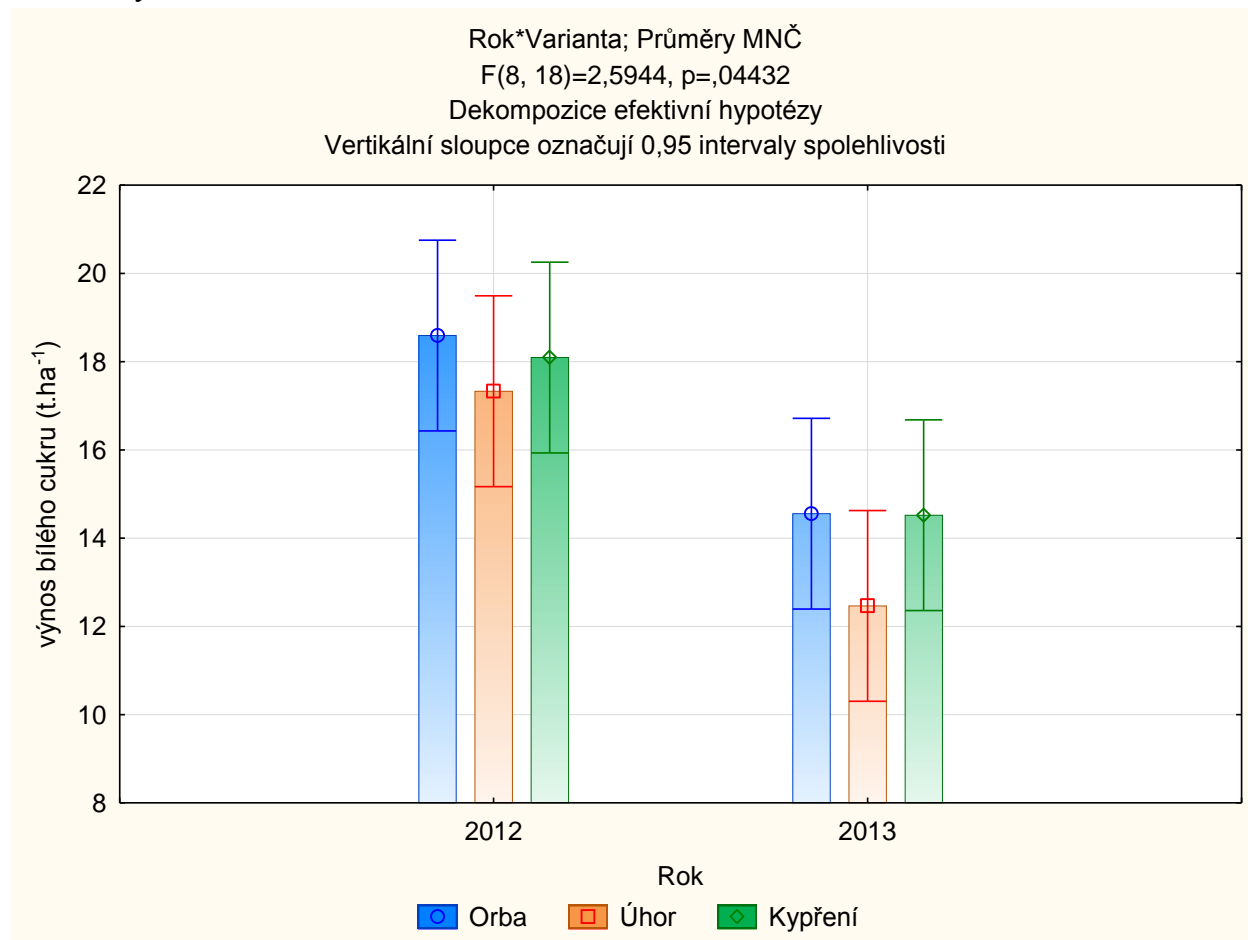
Tab. 7: Podrobné statistické vyhodnocení cukernatosti

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná cukernatost (%) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,11136, sv = 12,000							
	Rok	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			19,710	19,670	19,843	17,773	18,633	18,903
1	2012	Orba		1,000	0,996	0,000	0,018	0,097
2	2012	Úhor	1,000		0,986	0,000	0,024	0,122
3	2012	Kypření	0,996	0,986		0,000	0,008	0,043
4	2013	Orba	0,000	0,000	0,000		0,070	0,013
5	2013	Úhor	0,018	0,024	0,008	0,070		0,912
6	2013	Kypření	0,097	0,122	0,043	0,013	0,912	

Dalším ukazatelem, který vypovídá o kvalitě cukrovky je výnos bílého cukru. Nejvyšší výnosy bílého cukru byly získány v roce 2012 (tab. 10). U varianty orba byl průměrný výnos bílého cukru 18,59 t.ha⁻¹. Na druhém místě skončila varianta kypření

s 18,09 t.ha⁻¹ bílého cukru. Nejnižší výnos bílého cukru v daném roce připadá variantě mělké kypření - úhor, který byl 17,33 t.ha⁻¹. V roce 2013 nejvyššího výnosu bílého cukru 14,55 t.ha⁻¹ dosáhla varianta orba (tab. 11). S těsným rozdílem za ní skončila varianta kypření s výnosem bílého cukru 14,52 t.ha⁻¹. Nejnižší výnos bílého cukru 12,46 t.ha⁻¹ byl zaznamenán u varianty mělké kypření - úhor. Mezi jednotlivými variantami byl sledován statistický významný rozdíl viz. tabulka 8.

Graf 5: Výnos bílého cukru

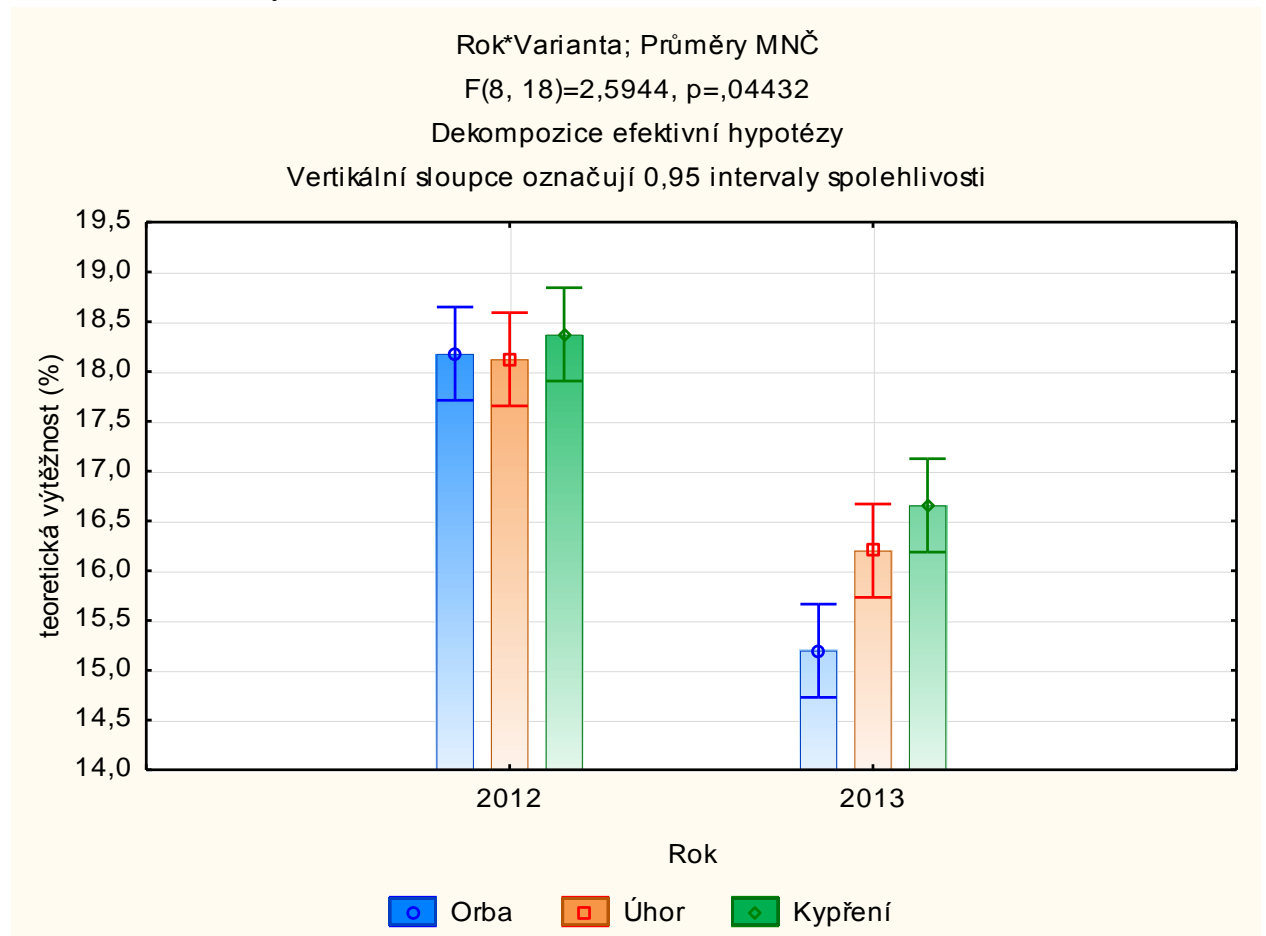


Tab. 8: Podrobné statické vyhodnocení výnosu bílého cukru

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná výnos bílého cukru (t.ha-1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PC = 2,9528, sv = 12,000							
	Rok	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			18,592	17,330	18,093	14,554	12,464	14,520
1	2012	Orba		0,939	0,999	0,110	0,009	0,106
2	2012	Úhor	0,939		0,993	0,406	0,042	0,394
3	2012	Kypření	0,999	0,993		0,192	0,017	0,185
4	2013	Orba	0,110	0,406	0,192		0,677	1,000
5	2013	Úhor	0,009	0,042	0,017	0,677		0,691
6	2013	Kypření	0,106	0,394	0,185	1,000	0,691	

Teoretická výtěžnost v roce 2012 přesáhla u všech variant hodnotu 18 % a je poměrně vyrovnaná (tab. 10). Varianta kypření dosáhla úrovně 18,37 %, variantě orba náleží 18,18 % a hodnota 18,12 % připadá variantě mělké kypření - úhor. Opačná situace nastala v roce 2013, kde jsou hodnoty teoretické výtěžnosti velice rozkolísané (tab. 11). Nejlepšího výsledku 16,66 % bylo dosaženo u varianty kypření. Druhá nejvyšší hodnota 16,2 % patří variantě mělké kypření - úhor. Na posledním místě skončila varianta orba s 15,2 %. Mezi jednotlivými variantami byl prokázán statistický významný rozdíl v roce 2013 viz. tabulka 9.

Graf 6: Teoretická výtěžnost



Tab. 9: Podrobné statistické vyhodnocení teoretické výtěžnosti

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná teoretická výtěžnost (%) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,13897, sv = 12,000							
	Rok	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			18,180	18,123	18,373	15,196	16,200	16,656
1	2012	Orba		1,000	0,986	0,000	0,000	0,003
2	2012	Úhor	1,000		0,958	0,000	0,001	0,004
3	2012	Kypření	0,986	0,958		0,000	0,000	0,001
4	2013	Orba	0,000	0,000	0,000		0,055	0,005
5	2013	Úhor	0,000	0,001	0,000	0,055		0,673
6	2013	Kypření	0,003	0,004	0,001	0,005	0,673	

Tab. 10: Produkční ukazatele cukrové řepy v roce 2012

Varianta	výnos		počet bulev (tis.ks.ha ⁻¹)	výnos polar. cukru (t.ha ⁻¹)	cukernatost (%)	výnos bulev při 16 % cukernatosti (t.ha ⁻¹)
	bulvy (t.ha ⁻¹)	chrást (t.ha ⁻¹)				
Orba	100,67	51,02	124,40	20,16	19,71	130,78
Orba ošetřená	101,02	48,51	128,30	19,47	19,57	126,19
Úhor	96,32	46,44	122,50	18,81	19,67	122,03
Kypření	99,87	50,89	127,00	19,54	19,84	126,94
Varianta	obsah melasotvorných látek			teoretická výtěžnost (%)	výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)	
	draslík (mmol.100g ⁻¹)	sodík (mmol.100g ⁻¹)	aminodusík (mmol.100g ⁻¹)			
Orba	3,12	0,27	0,82	18,18	18,59	
Orba ošetřená	3,1	0,25	0,81	18,05	17,97	
Úhor	3,18	0,25	0,85	18,12	17,33	
Kypření	3,01	0,22	0,75	18,37	18,09	

Tab. 11: Produkční ukazatele cukrové řepy v roce 2013

Varianta	výnos		počet bulev (tis.ks.ha ⁻¹)	výnos polar. cukru (t.ha ⁻¹)	cukernatost (%)	výnos bulev při 16 % cukernatosti (t.ha ⁻¹)
	bulvy (t.ha ⁻¹)	chrást (t.ha ⁻¹)				
Orba	95,79	47,05	117,46	17,02	17,77	108,56
Úhor	76,95	24,34	118,52	14,34	18,63	92,17
Kypření	87,17	36,53	119,58	16,48	18,90	106,21
Varianta	obsah melasotvorných látek			teoretická výtěžnost (%)	výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)	
	draslík (mmol.100g ⁻¹)	sodík (mmol.100g ⁻¹)	aminodusík (mmol.100g ⁻¹)			
Orba	5,20	1,09	1,38	15,20	14,55	
Úhor	5,71	0,35	0,71	16,20	12,46	
Kypření	5,15	0,34	0,79	16,66	14,52	

5.2 Vyhodnocení vlivu růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy

V rámci ověřování protierozní účinnosti půdoochranného zpracování půdy na cukrové řepě byly v poloprovozních pokusech v roce 2012 a 2013 zvoleny 3 varianty orba, mělké kypření (úhor), hloubkové kypření (podrývání). Ověřování půdoochranných technologií probíhalo pomocí polního dešťového simulátoru.

Všechny varianty (pokusné plochy) byly připraveny po spádnici. Plocha zadešťovaných parcel byla 20 m². Zadešťování probíhalo 2x 15 minut. Na každé variantě proběhly 2 měření a to při suché půdě a následně půdě vlhké (po prvním zadeštění). Termíny zadeštění byly vybrány podle různého vzrůstu cukrové řepy a pokrývnosti hlavně v jarním období, kdy je půda s řepou nejvíc náchylná na erozi.

Vzhledem k mimořádně dešťovému období v červnu loňského roku a dlouho rozbahněnému pozemku, se nepodařilo zachytit první růstovou fází u cukrové řepy. Proto byly vykonány v roce 2013 na pokusné ploše u Prachova jenom 2 měření.

Výsledky zadeštění cukrové řepy v růstové fázi 8 – 12 listů

Porost cukrové řepy v raných růstových fázích je velice náchylný k vodní erozi. Z výsledků zadeštění (tab. 12) je patrný význam a přínos kypření, které mělo nejnižší ztrátu půdy oproti ostatním variantám. Nejvyšších ztrát půdy bylo podle očekávání dosaženo u varianty mělké kypření – úhor. Kypření tak jednoznačně prokázalo svou půdoochrannou funkci.

Tab.12: Výsledky měření ztrát půdy a povrchového odtoku polním simulátorem deště na sledovaných variantách u cukrové řepy (24.5.2012)

Varianta	Stav půdy	Vlhkost % obj.		Trvání srážky (min)	Srážk. úhrn (mm)	Intenzita srážky (mm/min)	Počátek povrch. odtoku (s)	Povrchový odtok		Infiltrace (mm)	Ztráta půdy	
		před	po					(mm)	(l)		(kg.ha ⁻¹)	(%)
Úhor	Suchá	26,0	38,6	15	20,86	1,39	277	2,90	58	17,96	3691	100
	Mokrá	38,6	40,2		20,71	1,38	24	10,60	212	10,11	6261	100
Orba	Suchá	18,5	37,9	15	20,19	1,35	215	2,35	47	17,84	2197	59,52
	Mokrá	37,9	41,1		20,33	1,36	32	7,15	143	13,18	5022	80,21
Kypření	Suchá	18,2	37,3	15	20,49	1,37	206	1,55	31	18,94	1303	35,30
	Mokrá	37,3	39,4		20,75	1,38	38	7,10	142	13,65	3465	55,34

Výsledky zadeštění cukrové řepy v růstové fázi 12 – 16 listů

V této růstové fázi dochází v porostu cukrové řepy k zapojení rostlin v řádků, meziřadí je však stále nezapojené. Riziko vodní eroze je v tomto případě nižší. Ztráty půdy však nejsou zanedbatelné. V roce 2012 byla nejvyšší ztráta půdy zaznamenána u varianty mělké kypření – úhor (tab.13). Varianta kypření dosáhla nejlepšího výsledku, tedy nejnižší ztráty půdy (po prvním dešti nebyl zaznamenán odtok a po druhém tedy variantě označené jako mokrá byla ztráta půdy odnosem vody 419 kg.ha⁻¹, v roce 2013 191 kg.ha⁻¹). Na druhém místě skončila varianta orba. Jiná situace byla v roce 2013 (tab. 14), kdy nejvyšší ztráty půdy byly naměřeny u varianty orba. Varianta kypření opět skončila s nejnižšími ztrátami půdy.

Tab. 13: Výsledky měření ztrát půdy a povrchového odtoku polním simulátorem deště na sledovaných variantách u cukrové řepy (6.6.2012)

Varianta	Stav půdy	Vlhkost % obj.		Trvání srážky (min)	Srážk. úhrn (mm)	Intenzita srážky (mm/min)	Počátek povrch. odtoku (s)	Povrchový odtok		Infiltrace (mm)	Ztráta půdy	
		před	po					(mm)	(l)		(kg.ha ⁻¹)	(%)
Úhor	Suchá	24,6	38,7	15	19,40	1,29	200	7,10	142	12,30	10662	100
	Mokrá	38,7	39,9		18,88	1,26	30	12,50	250	6,38	23765	100
Orba	Suchá	18,2	37,3	15	18,12	1,21	806	0,05	1	18,07	25	0,23
	Mokrá	37,3	39,4		18,67	1,24	53	1,50	30	17,17	760	3,20
Kypření	Suchá	19,5	35,2	15	18,67	1,24	-	-	-	18,67	-	0
	Mokrá	35,2	40,0		18,46	1,23	104	1,45	29	17,01	419	1,76

Tab. 14: Výsledky měření ztrát půdy a povrchového odtoku polním simulátorem deště na sledovaných variantách u cukrové řepy (2.7.2013)

Varianta	Stav půdy	Vlhkost % obj.		Trvání srážky (min)	Srážk. úhrn (mm)	Intenzita srážky (mm/min)	Počátek povrch. odtoku (s)	Povrchový odtok		Infiltrace (mm)	Ztráta půdy	
		před	po					(mm)	(l)		(kg.ha ⁻¹)	(%)
Úhor	Suchá	31,2	51,2	15	18,12	1,21	550	1,70	34	16,42	483	100
	Mokrá	51,2	53,4		18,86	1,26	15	10,40	208	8,46	5614	100
Orba	Suchá	36,1	50,1	15	19,21	1,28	135	5,40	108	13,81	782	161,90
	Mokrá	50,1	51,5		19,06	1,27	31	9,00	180	10,06	5500	97,97
Kypření	Suchá	28,1	50,9	15	17,62	1,17	-	-	-	17,62	-	0
	Mokrá	50,9	52,8		18,92	1,26	83	3,90	78	15,02	191	3,40

Výsledky zadeštění cukrové řepy v růstové fázi 22 – 28 listů

V této růstové fázi je už porost plně zapojen, půda je tak dostatečně chráněna před vodní erozí. Toto je patrné i z výsledků roku 2012, kdy byly naměřeny nulové hodnoty ztráty půdy u variant kypření a orba tedy kde byl plně zapojený porost řepy cukrové (tab.15). V roce 2013 byly nejnižší ztráty půdy naměřeny u varianty kypření. Druhé místo obsadila varianta orba, nejvyšších ztrát dosáhla opět varianta mělké kypření – úhor (tab.16).

Tab. 15: Výsledky měření ztrát půdy a povrchového odtoku polním simulátorem deště na sledovaných variantách u cukrové řepy (1.8.2012)

Varianta	Stav půdy	Vlhkost % obj.		Trvání srážky (min)	Srážk. úhrn (mm)	Intenzita srážky (mm/min)	Počátek povrch. odtoku (s)	Povrchový odtok		Infiltrace (mm)	Ztráta půdy	
		před	po					(mm)	(l)		(kg.ha ⁻¹)	(%)
Úhor	Suchá	37,9	42,6	15	17,98	1,20	121	7,50	150	10,48	3674	100
	Mokrá	42,6	48,2		17,53	1,17	14	11,50	230	6,03	4268	100
Orba	Suchá	38,2	42,5	15	18,34	1,22	-	-	-	18,34	-	0
	Mokrá	42,5	48,7		18,06	1,20	-	-	-	18,06	-	0
Kypření	Suchá	38,7	42,1	15	18,12	1,21	-	-	-	18,12	-	0
	Mokrá	42,1	43,2		18,46	1,23	-	-	-	18,46	-	0

Tab. 16: Výsledky měření ztrát půdy a povrchového odtoku polním simulátorem deště na sledovaných variantách u cukrové řepy (31.7.2013)

Varianta	Stav půdy	Vlhkost % obj.		Trvání srážky (min)	Srážk. úhrn (mm)	Intenzita srážky (mm/min)	Počátek povrch. odtoku (s)	Povrchový odtok		Infiltrace (mm)	Ztráta půdy	
		před	po					(mm)	(l)		(kg.ha ⁻¹)	(%)
Úhor	Suchá	32,9	34,5	15	13,19	0,88	558	0,40	8	12,79	15	100
	Mokrá	34,5	38,7		17,58	1,17	50	4,75	95	12,83	372	100
Orba	Suchá	28,2	33,0	15	17,58	1,17	104	0,25	5	17,33	1	6,67
	Mokrá	33,0	37,1		17,50	1,16	86	0,55	11	16,95	3	0,81
Kypření	Suchá	30,8	34,4	15	17,45	1,16	-	-	-	17,45	-	0
	Mokrá	34,4	37,3		16,44	1,10	350	0,35	7	16,09	1	0,27

Na základě výsledků a sledování podzimní přípravy půdy pod cukrovou řepu lze konstatovat, že podzimní kypření o hloubce kolem 30 cm má významný protierozní účinek, a proto bylo na podzim roku 2012 zažádáno o zapsání této technologie mezi půdoochranné v rámci GAEC. Tato technologie byla uznána a má platnost od 1.1.2013 jako vhodná půdoochranná technologie na mírně erozně ohrožených půdách. Tento trend se nám potvrdil i v roce 2013.

6. Diskuze

Cukrová řepa patří k významným komoditám, přinášejícím pro pěstitele zajímavý finanční benefit. Zásadní z hlediska jejího pěstování je dosažení vysokého výnosu a příznivé technologické kvality, což ekonomiku jejího pěstování může výrazně ovlivnit. Výnos bulev i jejich kvalitu limitujeme již výběrem stanoviště. Cukrovka je podle Škody a Cholenského (1993) hlubokokořenicí rostlina, a proto vyžaduje půdy dostatečně hluboké, v dobrém fyzikálním a strukturním stavu. Pulkrábek a kol. (2007) dále uvádí, že nejvyšších výnosů se dosahuje na půdních typech hnědozem, černozem, luvizem a fluvizem. Naše pokusy byly v obou letech založeny na pozemcích, kde převládajícím půdním typem byla hnědozem. Mnohdy ani výše zmíněné vlastnosti a parametry půd nemusí být zárukou vhodného pozemku pro cukrovou řepu. Limitujícím faktorem často bývá sklonitost pozemku a potažmo i jeho zařazení do skupin erozně (ne)ohrožených půd v rámci GAEC. Cukrovou řepu lze však pěstovat i na mírně erozně ohrožených půdách, ale pouze s půdoochrannou technologií. Výše uváděné závěry se potvrdily i v našem sledování, nízkých produkčních ukazatelů bylo dosahováno na mělce zpracované půdě. Nejvýrazněji se tento pokles projevil ve vlhkém roce 2013.

Jednou z relativně nových možností v rámci půdoochranných technologií je podle Novotného a kol. (2014) podzimní hloubkové kypření (podrývání). Tuto technologii zpracování půdy jsme měli zařazenou i v našich pokusech, jako jednu z variant zpracování půdy. Jedná se o půdoochrannou technologii, která spočívá v kypření zhutněných vrstev půdy pod úrovní hloubky orby, avšak bez jejich obracení. Hlavní výhodou podrývání podorničí je, že zlepšuje kořenový růst a infiltraci vody a živin, a tím přispívá k omezení povrchového odtoku vody a ke zvýšení výnosů. U některých plodin dochází i ke zlepšení kvalitativních parametrů sklizené produkce. Naše výsledky jednoznačně dokazují, že kypření o hloubce kolem 30 cm má významný protierozní účinek, a proto jsme na podzim roku 2012 požádali o zapsání této technologie mezi půdoochranné v rámci GAEC. Tato technologie byla uznána a má platnost od 1.1.2013 jako vhodná půdoochranná technologie na mírně erozně ohrožených půdách.

Výběr pozemku a zvolení vhodné technologie zpracování půdy je pro pěstitele jen dílčím úspěchem na cestě k vysokému výnosu. Chochola (2010) doporučuje zaměřit se na počet rostlin na hektar. Jako optimální shledává porost se 100 000 rostlinami na hektar a minimální mezerovitostí. Porosty v našich pokusech se pohybovaly ve všech případech nad touto hodnotou (viz. tab. 10;11). Hustota porostu je důležitá i z pohledu eroze, kdy rostliny

cukrové řepy tvoří přirozenou bariéru, která zpomaluje či omezuje povrchový odtok. Plně zapojený porost pak působí jako retardační prvek povrchového odtoku a tím i smyvu půdy. Důležitost optimální hustoty porostu je také dána tím, že cukrové řepě chybí podle Pulkrábka a kol. (2007) autoregulační schopnost, kterou disponují jiné plodiny.

Velký důraz je proto kladen na precizní a včasné založení porostu, které významně ovlivňuje počet rostlin na hektar a tím i konečný výnos. Setí bychom neměli uspěchat, jako limitující faktor vidí Pulkrábek a Šroller (1993) dobrou zpracovatelnost půdy. Nejnáročnějším rozhodnutím pěstitele cukrové řepy je podle Pulkrábka a kol. (2007) volba výsevni vzdálenosti. Při jejím stanovení bychom měli vycházet z kvality osiva, připravenosti pozemku na výsev a pravděpodobné vzešlosti porostu. V současné době se cukrová řepa vysévá na konečnou vzdálenost 17 až 21 cm, což představuje výsevek na jeden hektar 1,31 až 1,06 výsevních jednotek. V našich pokusech byla zvolena výsevni vzdálenost 18 cm, což odpovídá výsevku 1,24 VJ na hektar. Tento výsevek zajistil kompletní porost a při hodnocení vodní eroze půdy u plně zapojeného porostu byla minimální, při porovnání s kypřeným úhorem nebo porostem v ranějších růstových fázích.

Výživa a hnojení cukrovky patří k nejdůležitějším intenzifikačním faktorům v pěstování cukrovky (Amberger, 1995). Základem by mělo být hnojení hnojem. Pod naše porosty bylo aplikováno $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ hnoje (viz. tab. 3;4). Toto množství vidí Chochola (1992) jako maximální, neboť by při vyšších dávkách hnoje mohlo dojít k negativnímu ovlivnění cukernatosti. Stanovení celkové dávky minerálního dusíku by se mělo podle Vaňka (2007) odvíjet od stanoviště a organického hnojení. Jako optimální vidí celkovou dávku v rozmezí $60 - 120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. V našem případě bylo aplikováno $38 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ před setím a dalších 60 kg N v přihnojení, které bylo rozděleno na dvě dávky 20 a 40 kg N . Takovéto dělení dávek doporučuje i Ivanič a kol. (1984). Dostatečná výživa porostu dusíkem přispívá nejen k vysokému výnosu, ale také k omezení vodní eroze půdy svým mohutným listovým aparátem.

Hnojení fosforem a draslíkem je v současnosti podle Vaňka (2002) omezené, o čemž svědčí i nízká zásobenost půd těmito prvky. Tato skutečnost se projevila i v našich pokusech, kdy na pozemku „U jasanu“ byla zásobenost fosforu dle rozboru AZP z roku 2010 (tab. 1) shledána jako nízká. Před setím bylo sice dodáno $38 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, ale Vaněk a kol. (2002) upozorňuje na malé využití fosforu z hnojiv, které se většinou pohybuje okolo 10 %.

Půdní zásoba draslíku v našich pokusech byla vyšší než v případě fosforu (tab. 1;2). Bajči a kol. (1997) zmiňuje potřebu dostatečného množství draslíku, protože cukrovka patří

mezi draslo milné plodiny. Před setím bylo vždy dodáno 38 kg.ha⁻¹ K₂O. Rostliny cukrovky by tak měly mít dostatek draslíku. Zároveň je podle Grzebisz et al. (2005) důležité zdůraznit, že draslík negativně ovlivňuje konečnou výtěžnost cukru. Proto je třeba jeho zásobu v půdě sledovat.

Plečkování je podle Chocholy (2010) tradiční operace, jejíž dříve naprosto samozřejmé zařazení se v předešlých deseti letech velmi zpochybňovalo. Postupně se však někteří pěstitelé k této operaci opět navrací. Nutnost plečkování se projevila zejména v loňském roce 2013, kdy jarní počasí bylo velmi deštivé. Často docházelo k vytvoření půdního škraloupu, který bránil výměně půdního vzduchu, na což je cukrovka velice citlivá. Toho si jsou vědomi i v podniku kde se realizovaly naše pokusy, a proto cukrovku pravidelně každý rok plečkují. Součástí výzkumu je i sledování vlivu kypření půdy během vegetace (plečkování) na snížení vodní eroze půdy.

Důležitou roli v pěstování cukrovky hraje chemická ochrana, zejména proti plevelům a chorobám. Regulace zaplevelení v cukrovce patří podle Urbana a kol. (2007) k nejnáročnějším pěstitelským zásahům. Zaplevelená cukrovka snižuje výnos o desítky procent, její sklizeň je obtížná a v cukrovaru jsou vysoké srážky na obsah organických příměsí. Fišer (2009a) uvádí, že k potlačení plevelů v porostu cukrovky obvykle postačí tři postemergentní herbicidní ošetření (T₁ - T₃). Vhodné je zasáhnout plevele v děložních listech, kdy jsou k ošetření nejcitlivější. Naše herbicidní ochrana v obou letech vycházela ze čtyř postemergentních ošetření (viz. tab. 3;4). Její náročnost se projevila zejména v loňském, z jara deštivém roce, kdy se nebylo možné pro rozbahněnost půdy dostat do porostu cukrovky v optimální růstové fázi plevelů. Mnohdy se pěstitelé uchýlovali k navyšování dávek herbicidů, což se na cukrovce často projevovalo mírnou fytotoxicitou.

Z fungicidní ochrany je nejdůležitější ošetření proti skvrnatičce řepné, která se stala trvalou hrozbou pro pěstitelé cukrovky v ČR. Nezvládnutí ochrany proti této houbové chorobě znamená pro pěstitelé nebývalé ztráty na výnosu kořene, cukernatosti i kvalitě cukrovky. Termín první aplikace podle Bittnera a kol. (2003) vychází z prahové hodnoty 5 % napadených rostlin. S druhým ošetřením se počítá v případě dalšího šíření choroby v porostu. Naše porosty byly v obou letech ošetřeny dvakrát. Spolu s fungicidem bylo aplikováno i listové hnojivo obsahující bór a v jednom případě insekticid proti mšicím (viz. tab. 3;4). Jistě již není třeba připomínat, že zdravý a mohutný listový aparát přispívá k omezení eroze půdy.

Konečnou operací je sklizeň, která završuje více jak půlroční snažení a práci pěstitele. Současný trend sklizně cukrové řepy je charakterizován ústupem od tažených vyorávačů a dělené sklizně ve prospěch přímé sklizně výkonnými moderními sklízeči s velkým

zásobníkem bulev. Tyto nové sklízeče umožňují podle Suchánka (2009) snížit sklizňové ztráty na hranici 5 %. Snižování ztrát mají na paměti i v podniku, kde jsme realizovali naše pokusy, ve kterém disponují jednak moderním sklízecem a zároveň se zaměřili na zakrývání řepných hromad řezanou slámou. Toto ošetření řepných hromad při dlouhodobém skladování doporučuje i Kemmer (1996).

7. Závěr

Cílem práce bylo posoudit vodní erozi na různě zpracované půdě na konkrétním honu a porostu cukrové řepy. Vyhodnotit dopady vodní eroze na produkci cukrové řepy. Vyhodnotit vliv růstové fáze porostu cukrové řepy na vodní erozi půdy.

V roce 2012 byly v pokusu zařazeny 4 varianty zpracování půdy (orba, ošetřená orba, mělké kypření - úhor, kypření), v roce 2013 to byly 3 varianty zpracování půdy (orba, mělké kypření - úhor, kypření). Během vegetace několikrát proběhlo zadeštění – hodnocení vodní eroze půdy. Termíny zadeštění byly vybrány podle vzrůstu cukrové řepy a pokrývnosti, hlavně v jarním období, kdy je půda s cukrovou řepou nejvíc náchylná na erozi.

Ze získaných výsledků vyplývají tyto závěry:

- kypření o hloubce kolem 30 cm má významný protierozní účinek
- způsob zpracování půdy má vliv na produkční ukazatele cukrové řepy
- růstová fáze rostlin cukrové řepy má významný vliv na povrchový odtok a tím i smyv půdy.

7.1 Stanoviska k výzkumným hypotézám

A) Vhodnými agrotechnickými opatřeními lze snížit riziko erozního ohrožení porostu cukrové řepy.

Hypotéza byla potvrzena. Využitím vhodného agrotechnického opatření, jako je hluboké kypření, lze snížit riziko erozního ohrožení porostu cukrové řepy.

B) Hluboké kypření půdy je půdoochranné opatření snižující odnos půdy vodní erozí.

Hypotéza byla potvrzena. Hluboké kypření patří mezi půdoochranná opatření, neboť významně omezuje odnos půdy vodní erozí.

Pěstování cukrovky má v ČR dlouholetou tradici. Její pěstování přináší pěstitelům řadu benefitů (vylepšování celkové ekonomiky podniku, zpestřování osevního postupu, atd.), má i však svá úskalí, jedním z nich je vodní eroze půdy, vyskytující se zejména na svažitých pozemcích. Její účinek lze však minimalizovat využitím vhodné půdoochranné technologie a zachovat tak pěstování cukrové řepy na svažitých pozemcích.

8. Seznam literatury

Amberger, A. 1995. Düngung von Zuckerrüben – Bedarf, Anlieferung und Effizienz der Nährstoffe. Zuckerrübe. 44 (6). 292-295

Anon. 2011. Urea^{stabil}. Agra Střelské Hoštice. Střelské Hoštice. s. 4

Anon. 2013. Kontrola podmíněnosti. Ministerstvo zemědělství. Praha. 264 s. ISBN: 978-80-7434-108-3

Antunović, M., Brkić, S., Kanisek, J., Kristek, A. 2003. Vliv hnojení bórem a hořčíkem na list na výnosové prvky u cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 119 (4). 106-107

Awad, N. M., El-Khateeb, H. A., Abou-Shieshaa, R., Kholtef, R., Khany, R. 2006. Comparative study for the effect of different tillage systems on water consumption and sugar beet yield. Egyptian Journal of Agriculture Res. 84 (1). s. 129-146

Badalíková, B., Červinka, J., Pokorný, E. 2009. Změny půdního prostředí při různých technologiích zpracování půdy k cukrovce. Listy cukrovarnické a řepařské. 121 (11). 308-311

Bajči, P., Pačuta, V., Černý, I. 1997. Cukrová repa. NOI. Nitra. 111 s. ISBN: 80-85330-35-0

Beissner, L., Römer, W. 1999. Der Einfluss von P-Ernährung und pH auf die Phosphataseaktivität von Zuckerrübenwurzeln. Pflanzenernährung und Bodenkunde. 162 (1). 83-88

Bittner, V., Májková, L., Veverka, K. 2003. Nové přístupy v ochraně proti skvrnatičce řepné. Listy cukrovarnické a řepařské. 119 (7-8). 189-191

Brunotte, J., Schäfer, B. C., Wollenweber, D. 1998. Mulchsaat: Balsam für Böden und Rüben. Top agrar H. 2. 54-59

Draycott, P. A. 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. s. 474. ISBN: 1-4051-1911-X

Fernandez, U.O., Virto, I., Bescansa, P., Imaz, M.J., Enrique, A., Karlen, D.L. 2009. Notillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. Soil and Tillage Research 106. s. 29-35

Fišer, F. 2009a. První aplikace herbicidů při technologii pěstování cukrovky bez ruční práce. Listy cukrovarnické a řepařské. 125 (4). 121-123

Fišer, F. 2009b. Jak zvládnout další zaplevelení porostů cukrovky po první aplikaci herbicidů. Listy cukrovarnické a řepařské. 125 (5-6). 154-156

Gruber, S., Pekrun, C., Möhring, J., Claupein, W. 2012. Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. Soil and Tillage Research 121. s. 49-56

- Grzebisz, W., Barlóg, P., Szczepaniak, W. 2005. Účinná strategie hnojení cukrovky draslíkem. I. část. Listy cukrovarnické a řepařské. 121 (4). 126-128
- Hančarová, D. 1990. Sklizeň cukrovky s minimálními ztrátami. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. s. 65
- Holland, J. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe. Reviewing the evidence. Agriculture, Ecosystems and Environment 103. s. 1-25.
- Hůla, J., a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press. Praha. 248 s. ISBN: 978-80-86726-28-1
- Hůla, J., a kol. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. 58 s. ISBN: 978-80-86884-53-0
- Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F. 1997. Zpracování půdy. Nakladatelství Brázda. Praha. 144 s. ISBN: 80-209-0265-1
- Hůla, J., Janeček, M., Kovaříček, P., Bohuslávek, J. 2003. Agrotechnická protierozní opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. 48 s. ISSN: 1211-3972
- Chochola, J. 2006. Levnější herbicidní ochrana cukrovky v roce 2006. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (3). 84-87
- Chochola, J. 2010. Průvodce pěstováním cukrové řepy. Řepařský institut Semčice s.r.o. a KWS Osiva. Semčice. 65 s.
- Chochola, J. 2011. Vliv nematou *Heterodera Schachtii* Schmidt na výnos cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepařské. 127 (12). 379-383
- Chochola, J., Konečný, I., Hamáček, V. 1992. Pěstování cukrovky. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 111 s.
- Ivanič, J., Havelka, B., Knop, K. 1984. Výživa a hnojení rostlin. Příroda. Bratislava. 488 s.
- Kämmerling, B., Nelles, F. 1992. Carbokalk – mehr als nur Kalk. Zuckerrüben-J. 3. 20
- Kemmer, H. 1996. Abdecken von Rübenmieten. Zuckerrübe. 45. 106-116
- Köller, K., Linke, CH. 2006. Úspěch bez pluhu. Vydavatelství ZT. Praha. 192 s. ISBN: 80-87002-00-8
- Kováčová, M. 2006. Účinnok listovej aplikácie bóru na úrodu a kvalitu repy cukrovej. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (5-6). 150-152
- Kromer, K. H., Thelen, M., Hien, S. 1992. Arbeitsqualität bei der Rübenernte. Zuckerrübe – J. Nr. 4. 14-16
- Krouský, J., Konečný, I., Joudal, Z. 2006. České řepařství v EU a jeho perspektivy. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (7-8). 228-230

- Leys, A., Govers, G., Gillijns, K., Berckmoes, E., Takken, I. 2010. Scale effects on runoff and erosion losses from arable land under conservation and conventional tillage: the role of residue cover. *Journal Hydrology* 390. s. 143-154
- Munkholm, L.J., Hansen, E.M., Olesen, J.E. 2008. The effect of tillage intensity on soil structure and winter wheat root/shoot growth. *Soil Use and Management* 24. s. 392-400.
- Neuberg, J., Jedlička, J., Červená, H. 1995. Výživa a hnojení plodin. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 64 s. ISSN: 0231-9470
- Novotný, I., a kol. 2014. Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství. Praha. 73 s. ISBN: 978-80-87361-3
- Pollach, G., Hein, W., Rösner, G. 1996. Definition der inneren Qualität von Zuckerrüben. *Zuckerindustrie*. 121. 332-344
- Pospíšil, R., Candráková, E., Ondrejčíková, Z. 2011. Účinnok hnojenia digestátom na energetickú efektívnosť produkcie repy cukrovej. *Listy řepářské a cukrovarnické*. 127 (7-8). 219-222
- Preuschen, G. 1990. Alternativa pro předvídatvého zemědělce: Přečhod na ekologické zemědělství. Ministerstvo zemědělství ČR. České Budějovice. s. 40
- Procházková, B., Dovrtěl, J., Vrkoč, F., Procházka, J., Pelikán, J., Hrubý, J., Badalíková, B. 2001. Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. s. 29. ISBN: 80-7271-083-4
- Prugar, J., a kol. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Praha. 327 s. ISBN: 978-80-86576-28-2
- Pukrábek, J., Urban, J., Bečková, L., Valenta, J. 2007. Řepa cukrová – Pěstitelský rádce. Kurent. Praha. 64 s. ISBN: 978-80-87111-00-0
- Pukrábek, J., Šroller, J. 1993. Základy pěstování cukrovky. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky. Praha. 62 s. ISBN: 80-7105-046-6
- Pulkrábek, J. Cesty ke zvýšení produkce cukrovky [online]. *Úroda*. 9.dubna 2001 [cit. 29-10-2011]. Dostupné z <http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Cesty-ke-zvyseni-produkce-cukrovky__s457x10373.html>.
- Pulkrábek, J., Jozefyová, L., Urban, J. 2004. Nové směry v pěstování cukrovky. *Moderní rostlinná výroba*. 4. 5-8
- Pulkrábek, J., Šroller, J., Zahradníček, J. Máme další možnosti zvýšení výnosů cukrovky? [online]. *Úroda*. 24.dubna 2001 [cit. 29-10-2011]. Dostupné z <http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Mame-dalsi-moznosti-zvyseni-vynosu-cukrovky__s457x9205.html>.

- Pulkrábek, J., Urban, J. 2006. Založení porostu cukrovky pro výrobu cukru a bioetanolu. *Úroda*. 54 (12). Tematická příloha. 1-7
- Pulkrábek, J., Urban, J. 2008. Inovační trendy v pěstování cukrovky a její využití na biolích. *Ústav zemědělských a potravinářských informací*. Praha. 28 s. ISBN: 978-80-7271-195-6
- Pulkrábek, J., Urban, J., Jozefyová, L. 2005. Bór by neměl být deficitní živinou cukrovky. *Listy cukrovarnické a řepářské* 121. 9-10. 264-268
- Rashidi, M., Abbassi, S. 2011. Influence of Different Tillage Methods on Root Yield, Yield Components and Some Quality Characteristics of Sugar Beet. *Libyan Agriculture Research Center Journal Internation*. 2. 51-56
- Richter, R., Kubát, J. 2003. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. *Ústav zemědělských a potravinářských informací*. Praha. s. 56. ISBN: 80-7271-133-4
- Rücker, P., Wolff, Ch. 2001. Wann lohnen Fungizide in Trockengebieten?. *Zuckerrüben Top Spezial*. 7. 20-22
- Rybáček, V., a kol. 1985. *Cukrovka*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 467 s.
- Schnug, E., Haneklaus, S. 1994. The ecological importance of sulphur. *Norwegian Journal of Agriculture Science, Supplement*. 15. 149
- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C. 2000. Soil structure and organic matter. I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Science Society of America Journal* 64. s. 68-689
- Slamka, P., Hanáčková, E., Pospíšil, R., Mitrušková, M. 2006. Využitie biokalu po výrobe bioplynu na hnojenie repy cukrovej pred a počas vegetácie. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 122 (5-6). 158-160
- Steege, A., Govers, G., Takken, I., Nachtergaele, J., Poesen, J., Merckx, R. 2001. Factors controlling sediment and phosphorus export from two Belgian agricultural catchments. *Journal of Environmental Quality* 30. s. 1249-1258
- Stehlík, V. 1982. Biologie druhů, variet a forem řep rodu Beta L. se zřetelem k novodobé socialistické velkovýrobě. *Nakladatelství Československé akademie věd*. Praha. s. 448
- Streit, H., Wilhelm, W., Höhn, K. 1992. Beeinflusst die Saatbettbeschaffenheit die Ablagegenauigkeit bei der Einzelkornsaat?. *Die Zuckerrübe*. 41. 120-123
- Suchánek, B. 2009. Současné trendy ve sklizni cukrovky. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 125 (3). 86
- Šárka, E., Bubník, Z., Veselá, A. 2006. Distribuce velikosti částic saturačního kalu a možnosti jejího ovlivnění. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 122 (9-10). 277-280

- Šařec, P., Šařec, O., Przybyl, J., Srb, K. 2009. Porovnání sklizečů cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 125 (7-8). 212-216
- Škoda, V., Cholenský, J. 2002. Konvenční a perspektivní způsoby zpracování a kultivace půdy. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 64 s. ISBN: 80-7271-125-3
- Špaldoň, E., a kol. 1982. Rostlinná výroba. Příroda. Bratislava. 628 s.
- Švachula, V., Pulkrábek, J., Šroller, J., Zahradníček, J. 2006. Změny postavení cukrovky v zemědělských soustavách České republiky a vybraných států EU. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (7-8). 220-227
- Tóth, Š. 2006. Popol a cukrová repa. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (9-10). 252-256
- Tóth, Š., Šoltysová, B. 2007. Obsah α -aminodusíka repy cukrovky vo vzťahu k vybraným pestovateľským a poveternostným podmienkam. Listy cukrovarnické a řepařské. 123 (11). 337-339
- Triplett, G.B., Dick, W.A. 2008. No-tillage crop production: a revolution in agriculture! *Agronomy Journal* 100. s. 153-165
- Urban, J., Chaloupský, R., Valenta, J., Pulkrábek, J., Bečková, L., Kvíz, Z. 2008. Snížení dávek herbicidů s jejich častější aplikací příznivě ovlivňuje ekonomiku pěstování cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 124 (5-6). 150-154
- Urban, J., Pulkrábek, J., Bečková, L. 2006. Vliv nižších dávek herbicidů s jejich častější aplikací na výnos a kvalitu cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 122 (4). 122-124
- Urban, J., Pulkrábek, J., Valenta, J., Bečková, L., Kvíz, Z. 2007. Vliv snížených dávek herbicidů s jejich častější aplikací na výnos a jakost cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 123 (4). 114-117
- Van den Putte, A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., Demuzere, M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth. A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal Agronomy* 33. s. 231-241.
- Van den Putte, A., Govers, G., Diels, J., Langhans, Ch., Clymans, W., Vanuytrecht, E., Merckx, R., Raes, D. 2012. Soil functioning and conservation tillage in the Belgian Loam Belt. *Soil and Tillage Research* 122. s. 1-11.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0
- Vaněk, V., Štípek, K., Balík, J. 2002. Systém hnojení fosforem. In: Balík, J., a kol (eds.). Raciolnální použití hnojiv. Katedra agrochemie a výživy rostlin. Česká zemědělská univerzita v Praze. s. 66-73. ISBN: 80-213-0957-1

- Wauters, E., Bielders, C., Poesen, J., Govers, G., Mathijs, E. 2010. Adoption of soil conservation practices in Belgium: an examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land Use Policy* 27. s. 86-94
- Whalley, W.R., Watts, C.W., Gregory, A.S., Mooney, S.J., Clark, L.J., Whitmore, A.P. 2008. The effect of soil strength on the yield of wheat. *Plant and Soil* 306. s. 237-247.
- Wilhelm, W. 1993. Qualität der Saatguteinbettung bei Zuckerrüben. KTBL – Ergebnisse von Versuchen zur Bodebearbeitung und Bestellung. Darmstadt. 120-127
- Wolf, P. F. J., Weis, F. J., Verreet, J. A. 1995. Grundlagen einer integrierten Bekämpfung von *Cercospora beticola* in Zuckerrüben. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 102 (6). 574-585
- Zahradníček, J., Horák, L., Kožnarová, V., Švachuta, V., Jarý, J. 2007. Fyziologická a technologická zralost cukrovky pod vlivem vnějších a vnitřních činitelů. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 123 (11). 342-343
- Zahradníček, J., Jarý, J. 2003. Technologická jakost cukrovky a vlivy na ni působící. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 119 (12). 307-309
- Zahradníček, J., Nečasová, M., Landová, M., Bubník, Z. 2006. Výnosy a technologická jakost cukrovky v roce 2005. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 122 (5-6). 172-175
- Zahradníček, J., Tyšer, L., Kožnarová, V., Bubník, Z. 2005. Zralost cukrovky a její znaky. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 121 (11-12). 326-328
- Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D., May, W.E. 2004. Effects of tillage method and crop rotations on non-renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. *Soil Tillage Research* 77. s. 125-136
- Žák, Š., Klimeková, M., Kováč, K. 2006. Účinok počasia a systému pestovania repy cukrovej na produkčný potenciál a odber živín. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 122 (11). 298-301

9. Přílohy

Tab. 17: Produkční ukazatelé cukrové řepy v roce 2012

Varianta	Opakování	výnos		počet bulev (tis.ks.ha ⁻¹)	výnos polar. cukru (t.ha ⁻¹)	cukernatost (%)	výnos bulev při 16 % cukernatosti (t.ha ⁻¹)
		bulvy (t.ha ⁻¹)	chrást (t.ha ⁻¹)				
Orba	1	97,78	36,51	114,30	18,63	19,05	120,20
	2	125,08	48,25	146,00	24,82	19,84	161,19
	3	84,13	60,79	104,80	17,03	20,24	110,95
	4	93,65	49,05	127,00			
	5	102,70	60,48	130,20			
Průměr		100,67	51,02	124,4	20,16	19,71	130,78
Orba ošetřená	1	96,83	45,71	123,8	18,92	19,54	122,60
	2	106,03	49,68	123,8	20,68	19,50	133,93
	3	95,71	46,03	120,6	18,82	19,66	122,05
	4	106,67	55,24	136,5			
	5	99,84	45,87	136,5			
Průměr		101,02	48,51	128,3	19,47	19,57	126,19
Úhor	1	100,95	48,41	117,50	19,34	19,16	124,94
	2	94,13	39,52	133,30	18,87	20,05	122,79
	3	92,06	49,05	120,60	18,23	19,80	118,36
	4	91,75	41,11	123,80			
	5	102,70	54,13	117,50			
Průměr		96,32	46,44	122,5	18,81	19,67	122,03
Kypření	1	101,27	53,65	142,90	19,95	19,70	129,44
	2	92,70	42,06	111,10	18,60	20,07	121,07
	3	101,59	55,24	133,30	20,07	19,76	130,31
	4	106,03	51,43	114,30			
	5	97,78	52,06	133,30			
Průměr		99,87	50,89	127,0	19,54	19,84	126,94

Tab. 17: Produkční ukazatelé cukrové řepy v roce 2012

Varianta	Opakování	obsah melasotvorných látek			teoretická výťažnost (%)	výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)
		draslík (mmol.100g ⁻¹)	sodík (mmol.100g ⁻¹)	aminodusík (mmol.100g ⁻¹)		
Orba	1	3,03	0,36	0,94	17,51	21,05
	2	3,16	0,22	0,70	18,32	29,53
	3	3,16	0,22	0,81	18,71	20,76
	4					
	5					
Průměr		3,12	0,27	0,82	18,18	18,59
Orba ošetřená	1	3,27	0,29	0,71	17,96	22,02
	2	2,94	0,23	0,82	18,05	24,17
	3	3,09	0,23	0,90	18,15	22,15
	4					
	5					
Průměr		3,10	0,25	0,81	18,05	22,78
Úhor	1	3,50	0,31	1,12	17,46	21,81
	2	3,02	0,20	0,72	18,59	22,83
	3	3,03	0,25	0,71	18,32	21,68
	4					
	5					
Průměr		3,18	0,25	0,85	18,12	22,11
Kypření	1	3,21	0,25	0,84	18,14	23,48
	2	2,91	0,20	0,68	18,65	22,58
	3	2,92	0,21	0,73	18,33	23,89
	4					
	5					
Průměr		3,01	0,22	0,75	18,37	23,32

Tab. 18: Produkční ukazatelé cukrové řepy v roce 2013

Varianta	Opakování	výnos		počet bulev (tis.ks.ha ⁻¹)	výnos polar. cukru (t.ha ⁻¹)	cukernatost (%)	výnos bulv při 16 % cukernatosti (t.ha ⁻¹)
		bulvy (t.ha ⁻¹)	chrást (t.ha ⁻¹)				
Orba	1	97,90	46,92	117,46	17,55	17,93	112,11
	2	97,84	46,54	114,29	17,21	17,59	109,54
	3	91,62	46,54	120,63	16,31	17,80	104,02
Průměr		95,79	46,67	117,5	17,02	17,77	108,56
Úhor	1	83,68	28,44	117,46	15,46	18,48	99,29
	2	66,86	21,33	126,98	12,47	18,65	80,18
	3	80,32	23,24	111,11	15,08	18,77	97,05
Průměr		76,95	24,34	118,5	14,34	18,63	92,17
Kypření	1	83,81	44,19	123,81	15,82	18,88	101,96
	2	87,87	30,67	120,63	16,61	18,90	107,03
	3	89,84	34,73	114,29	17,01	18,93	109,63
Průměr		87,17	36,53	119,6	16,48	18,90	106,21
Varianta	Opakování	obsah melasotvorných látek			teoretická výtěžnost (%)	výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)	
		draslík (mmol.100g ⁻¹)	sodík (mmol.100g ⁻¹)	aminodusík (mmol.100g ⁻¹)			
Orba	1	5,17	1,18	1,20	15,35	15,03	
	2	5,29	1,13	1,36	14,97	14,65	
	3	5,14	0,96	1,59	15,27	13,99	
Průměr		5,20	1,09	1,38	15,20	14,55	
Úhor	1	5,45	0,35	0,67	16,14	13,50	
	2	5,70	0,33	0,66	16,23	10,85	
	3	5,97	0,36	0,80	16,23	13,04	
Průměr		5,71	0,35	0,71	16,20	12,46	
Kypření	1	4,95	0,43	0,95	16,66	13,96	
	2	5,29	0,32	0,75	16,62	14,60	
	3	5,21	0,27	0,68	16,70	15,00	
Průměr		5,15	0,34	0,79	16,66	14,52	