

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Produkční schopnost vybraných meziplodin

Diplomová práce

Autor práce: Pavel Toman

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

© ČZU v Praze 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma "Produkční schopnost vybraných meziploidin" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2015

Podpis autora diplomové práce:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za ochotu, rady a odborné vedení při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a přítelkyni Veronice za podporu během studií.

Produkční schopnost vybraných meziplodin

Souhrn:

Cílem práce bylo založit pokus sledující tvorbu biomasy vybraných meziplodin. Na základě vlastní analýzy posoudit produkční schopnost vybraných meziplodin, zejména produkci kořenové hmoty. Navrhnout vhodné plodiny pro jejich konkrétní užití.

V první části jsou shrnuty poznatky z dostupné literatury, které hovoří o rozsáhlých možnostech využití meziplodin v zemědělské výrobě. Hlavně se jedná o zdroj organické hmoty, mulče pro protierozní ochranu a ochranu před znečištěním vod vyplavenými živinami. V nové společné zemědělské politice jsou v rámci plnění podmínek greeningu podporovány i druhy meziplodin, které se v našich oblastech dosud nepěstovaly.

V experimentální části byly v pokusech porovnány produkční schopnosti tradičních meziplodin – hořčice bílé a svazenky vratičolisté a netradičních meziplodin slézu krmného a mastňáku habešského. Kromě rychlosti růstu a tvorby biomasy byl sledován i obsah živin poutaných v tělech rostlin.

Na základě výsledků z experimentální části vyplývají tato stanoviska k výzkumným hypotézám:

Sléz krmný a mastňák habešský jsou schopny poskytnout v porovnání s tradičními meziplodinami stejné množství biomasy. U slézu krmného toto tvrzení platí pro nadzemní i kořenovou biomasu, u mastňáku habešského toto platí pro biomasu kořenů.

Sléz krmný a mastňák habešský jsou ve srovnání s tradičními meziplodinami náročnější na pěstování, zejména na vláhu. Sléz krmný i mastňák habešský mají pomalejší vzcházení i počáteční růst a hlavně sléz krmný je náročnější na vláhu. Těmto plodinám více vyhovuje výsev do konce měsíce července.

Obě stanovené hypotézy byly potvrzeny.

Klíčová slova: biomasa, meziplodiny, produkce sušiny, sléz krmný, svazenka vratičolistá, hořčice bílá, mastňák habešský

Production Ability of Selected Intercrops

Summary:

The aim of this study was to establish an experiment following the biomass production of selected intercrops. On the results of own analysis to assess the ability of selected intercrops to produce biomass, particularly the production of root biomass. Suggest a suitable intercrops for their particular use.

The first section summarizes the findings from the literature that talks about the large possibilities of using intercrops in agricultural production. Mainly it is a source of organic matter, mulch for erosion control and protection against water contaminating with sediments. Greening, the part of the new common agricultural policy, support new kinds of intercrops that are not planting in our areas.

In the experimental part were compared production capabilities of traditional intercrops – *Sinapis alba* and *Phacelia tanacetifolia* and non-traditional crops - *Malva verticillata* and *Guizotia abyssinica*. In addition to rate of growth and biomass production was monitored the amount of nutrients in plants.

These opinions to the research hypotheses are based on the results of the experimental part:

Malva verticillata and *Guizotia abyssinica* are able to provide the same amount of biomass, in compare with traditional intercrops. For *Malva verticillata* is this statement valid for aboveground and root biomass, for *Guizotia abyssinica* only for root biomass.

Malva verticillata and *Guizotia abyssinica* are more demanding to grow, in compare with traditional intercrops, especially in the moisture. *Malva verticillata* and *Guizotia abyssinica* have slower germination and initial growth, and especially *Malva verticillata* is more demanded to the moisture. These crops prefer sowing until the end of July.

Both of defined hypotheses were confirmed.

Keywords: biomass, intercrops, dry matter production, *Malva verticillata*, *Phacelia tanacetifolia*, *Sinapis alba*, *Guizotia abyssinica*

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární přehled	3
3.1	Meziplodiny a jejich zařazení do systému rostlinné produkce v ČR.....	3
3.2	Obecná charakteristika meziplodin	4
3.3	Produkční funkce meziplodin	5
3.3.1	Zelené hnojení.....	5
3.3.2	Rozšíření krmivové základny	7
3.3.3	Zdroj substrátu pro výrobu bioplynu	7
3.4	Mimoprodukční funkce meziplodin	8
3.4.1	Protierozní působení	8
3.4.2	Omezení šíření chorob a škůdců.....	13
3.4.3	Omezení výskytu plevelů.....	14
3.4.4	Omezení vyplavování živin	15
3.4.5	Vliv na produkci hlavních plodin	17
3.4.6	Zlepšení fyzikálních vlastností půdy	17
3.5	Pěstování směsí meziplodin	18
3.6	Členění meziplodin podle termínu založení porostu.....	18
3.6.1	Podsevové meziplodiny	19
3.6.2	Rané letní meziplodiny	20
3.6.3	Strniskové meziplodiny	20
3.6.4	Ozimé meziplodiny.....	22
3.7	Negativní vliv a rizika pěstování meziplodin.....	23
3.8	Ekonomika a dotační podpora pěstování meziplodin	24
3.8.1	Náklady na osivo a technickou výbavu	24
3.8.2	Hnojení meziplodin.....	25
3.8.3	Dotační podpora.....	25
3.8.4	Meziplodiny a nová společná zemědělská politika pro období 2014 – 2020	27
3.8.4.1	Možnosti použití meziplodin jako ploch EFA.....	28
3.9	Popis druhů použitých v experimentální části	28
3.9.1	Hořčice bílá (<i>Sinapis alba</i> L.).....	28

3.9.2	Svazenka vratičolistá (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.).....	29
3.9.3	Sléz krmný (<i>Malva verticillata</i> L.)	29
3.9.4	Mastňák habešský (<i>Guizotia abyssinica</i>).....	30
4	Experimentální část	31
4.1	Materiál a metody	31
4.2	Agrometeorologická charakteristika stanoviště	32
4.3	Průběh počasí	33
4.3.1	Rok 2013.....	33
4.3.2	Rok 2014.....	33
4.4	Výsledky	36
4.4.1	Popis růstu meziplodin v jednotlivých variantách	36
4.4.1.1	Varianta 2013	36
4.4.1.2	Varianta 2014-A	37
4.4.1.3	Varianta 2014-B	38
4.4.2	Produkční ukazatelé.....	40
4.4.2.1	Produkce kořenové biomasy.....	40
4.4.2.2	Produkce nadzemní biomasy	46
4.4.2.3	Zhodnocení tvorby biomasy a sušiny	54
4.4.3	Obsah živin	57
4.4.3.1	Obsah makroprvků v sušině meziplodin	57
4.4.3.2	Obsah mikroprvků v sušině meziplodin	63
5	Diskuze	71
6	Závěr.....	82
7	Použité zdroje	84
8	Přílohy	89
8.1	Plochy meziplodin v rámci AEO	89
8.2	Seznam meziplodin v AEO a EFA.....	90
8.3	Podrobné statistické vyhodnocení.....	91
8.4	Fotografie meziplodin v pokusech.....	99

1 Úvod

Zásadní problém současné zemědělské výroby je ztráta a degradace základního výrobního prostředku – půdy. Je to bohužel následek změn, které v posledních několika desetkách let zemědělská výroba prodělala. Výrazný úbytek stavu hospodářských zvířat s sebou přinesl změny v osevních postupech. Leguminózy, coby pevná součást osevního postupu, dnes pokrývají jen několik procent orné půdy, organicky hnojené okopaniny jsou na tom ještě hůře. Existuje celá řada zemědělských subjektů, které hospodaří bez živočišné výroby. Nemají tak zdroj organického hnojení a musí proto spoléhat na zaorávku posklizňových zbytků, nebo zeleného hnojení, případně na organické hmoty z externích zdrojů. Takové podniky mají velmi úzké osevní postupy, složené z třech nebo čtyřech plodin. Obdobně jako hnojení organickou hmotou bylo omezeno i vápnění, a zrovna tak i soustavné hnojení hnojivy s obsahem P, K a dalšími prvky. K tomu všemu se ještě často přidává nevhodná agrotechnika, hlavně provádění zpracování půdy za nevhodných vláhových podmínek a používání těžké zemědělské techniky.

To vše má za následek zhutněné půdy, s nízkou retenční kapacitou, nízkým pH a nízkým obsahem organické hmoty. Takové půdy jsou náchylné k erozi i k vyplavení aplikovaných živin. Erozi je přímo ohrožena zhruba polovina orné půdy v České republice, a ani v okolních státech není situace příznivější. K tomu je nutno zohlednit přibývající plochy kukuřice, která se, zřejmě právem, v očích veřejnosti stala strašákem a symbolem eroze.

Jedním z cílů společné zemědělské politiky Evropské unie je zlepšit tuto situaci. Pěstování meziplodin bylo do roku 2014 přímo podporováno jako ochrana vod před znečištěním dusičnany. Od 2015 je část přímých plateb podmíněna plněním tzv. ozelenění, neboli greeningu, díky kterému by se měla konvenční zemědělská výroba více „zekologizovat - ozelenit“. Konvenčně hospodařící zemědělci s více jak 15 ha orné půdy musí v rámci tohoto ozelenění mimo jiného vyčlenit 5 % orné půdy na plochu v ekologickém zájmu (EFA). Jednou z možností jak splnit tento požadavek je pěstování meziplodin.

Pěstování meziplodin již tedy není podporováno přímo. Změnou ve srovnání s předchozími roky je, že jsou jednak započteny i meziplodiny pěstované v letním období a zaorané na podzim na zelené hnojení a za druhé, že již nelze pěstovat samostatné rostlinné druhy, ale směsi meziplodin. Každý druh určený jako možná meziplodina má jiné vlastnosti a pro sestavování směsí je důležité uvědomit si tyto vlastnosti a zohlednit, k jakému účelu bude porost meziplodin pěstován.

2 Cíl práce

Cílem práce je založit nádobový pokus sledující tvorbu biomasy vybraných meziplodin. Na základě vlastní analýzy posoudit produkční schopnost vybraných meziplodin, zejména produkce kořenové hmoty. Navrhnout vhodné plodiny pro jejich konkrétní užití.

Hypotézy:

- Sléz krmný a mastňák habešský jsou plodiny, které poskytnou při porovnání s tradičními meziplodinami srovnatelnou produkci nadzemní a podzemní biomasy.
- Sléz krmný a mastňák habešský jsou náročnější na podmínky pěstování, zejména na vláhu než hořčice bílá či svazenka vratičolistá.

3 Literární přehled

3.1 Meziplodiny a jejich zařazení do systému rostlinné produkce v ČR

System zemědělské výroby se během uplynulých sta let výrazně změnil. Od 90. let 20. století je pro české zemědělství charakteristický snižující se stav hospodářských zvířat, od kterého se přímo odvíjí i snížení produkce statkových hnojiv (Badalíková a Bártlová, 2012a). Dále toto vedlo ke změně struktury pěstovaných plodin. Nastal výrazný vzestup olejnin, naopak víceleté pícniny a okopaniny ustoupily. Přadný len zmizel z polí úplně. Podle údajů Českého statistického úřadu zaujímá orná plocha v ČR výměru cca 3 miliony hektarů. Tento údaj nelze považovat ale za vypovídající, protože v katastrálních mapách je celá řada pozemků vedených jako orná půda, přitom jsou již řadu let tyto pozemky zatravněny, nebo samovolně či záměrně zalesněny (Vach a Javůrek, 2008). Za vypovídající údaj lze považovat plochu osevu, která v roce 2014 činila cca 2,5 milionů hektarů. 33 % z této výměry představovala ozimá a jarní pšenice, 16 % výměry řepka olejka, 15 % ozimý a jarní ječmen, 13 % výměry kukuřice na zrno, zeleno a siláž (ČSÚ, 2015).

Z uvedených čísel je patrné, že více jak tři čtvrtiny oseté plochy zaujímají jen tři druhy obilnin a řepka. Flohrová (1998) upozorňuje na fakt, že u vysokého zastoupení obilnin v osevním postupu se velmi zvyšuje riziko šíření chorob a škůdců. Jursík a kol. (2011) u stejné problematiky uvádí zvýšení zaplevelení pozemků určitými druhy plevelů, u kterých je ještě navíc zvýšené riziko vzniku rezistentních populací. Podle Baranyka a kol. (2007) existují stejná rizika i při vysokém zastoupení řepky olejky v osevním postupu. Autoři se shodují, že případy kdy řepka zaujímá cca 33 % z celkové výměry orné půdy, jsou již extrémní a vysoce rizikové. Naopak plodiny jako jsou leguminózy a okopaniny, které byly dlouhá léta považovány za základ osevních postupů, značně ubyly. Podle ČSÚ (2015; 2013) zaujímají leguminózy 4 % oseté plochy a okopaniny jen 3,5 % oseté plochy. Procházková a kol. (2011) se shoduje s názory ostatních autorů v tom, že právě leguminózy a organicky hnojené okopaniny mají svůj nezanedbatelný vliv na půdní strukturu a úrodnost. Omezené osevní postupy vedou k rozvoji chorob a škůdců a jejich regulace zbytečně prodražuje výrobu (Šarapatka a Urban, 2006).

Vzhledem k této situaci je nezbytně nutné přizpůsobit systém agrotechnických opatření tak, aby byl zajištěn přísun organické hmoty do půdy, docházelo k diverzifikaci pěstovaných plodin a bylo bráněno znehodnocování základních výrobních prostředků, tedy půdy a vody. Právě meziplodiny představují jednu z možností jak řešit tyto problémy.

Původní funkcí meziplodin byla produkce zelené hmoty pro krmení hospodářských zvířat. V případě, že hmota nebyla zapotřebí, byla zaorána, a tak se postupně vyčlenila další významná funkce pěstování meziplodin – zelené hnojení (Flohrová, 1998; Procházková a kol., 2001; Brant a kol., 2008).

Meziplodiny podporují produktivní výpar a ochlazování krajiny, svou přítomností na poli vytvářejí vhodné podmínky pro hmyz a jiné živočichy. Meziplodiny efektivně využívají sluneční záření a to i v době, kdyby bylo pole holé, bez pokryvu. Dále zamezují vyplavování živin a tím i znečištění vod. Velmi významný úkol plnily meziplodiny v minulosti jako rozšíření krmivové základny (Vach a kol., 2005). Tento význam byl v posledních letech značně na ústupu, ale v následujících letech se zřejmě díky zvýšené potřebě substrátů pro bioplynové stanice dočkáme jisté „renesance“ tohoto uplatnění meziplodin.

3.2 Obecná charakteristika meziplodin

Brant a kol. (2008) definuje meziplodiny jako plodiny, které lze na základě jejich biologických vlastností využít pro vytvoření vegetačního pokryvu půdy v meziorostním období. Cílem pěstování meziplodin je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí zemědělství. Autor zároveň uvádí, že v zemědělské praxi lze jen stěží oddělit produkční a mimoprodukční funkce meziplodin. Důvodem počátku pěstování meziplodin byla produkce organické hmoty. Již dříve rolníci vysévali po sklizni, především obilnin a dalších plodin sklizených během letního období, na svá pole plodinu, která jim poskytla buď ještě podzimní, nebo časně jarní hmotu pro krmení hospodářských zvířat. Zaorávkou kořenových a strništních zbytků následně obohatili svá pole o důležitou organickou hmotu. Postupem času se začaly některé druhy pěstovat pouze pro zaorávku celých rostlin, tzv. zelené hnojení (Procházková a kol., 2001). Vaněk a kol. (2007) a Aigner (2000) definují zelené hnojení jako zapravení živé zelené a na vodu bohaté biomasy rostlin do půdy, které zároveň zajistí umrtvení kořenového systému.

Hlavním vlivem zeleného hnojení je imobilizace živin v organické hmotě a jejich akumulace v půdě, z dlouhodobého hlediska má příznivý vliv na tvorbu humusu, podporu edafonu a vytvoření příznivé půdní struktury (Brant a kol., 2008). Na základě těchto skutečností se začaly meziplodiny dělit do skupin podle účelu svého pěstování. Až do dnešních dnů se tyto skupiny dále specifikovaly, byly objeveny nové, mimoprodukční i produkční, směry používání meziplodin.

V posledních desetiletích byly do zemědělské praxe zavedeny nové agrotechnické postupy, s nástupem techniky a intenzifikace výroby se začala půda více zatěžovat, proto je důležité více dbát na udržování půdních vlastností, zvyšovat kvalitu a úrodnost půdy i celkově zlepšovat ekonomickou stránku hospodaření na půdě (Vach a kol., 2005).

3.3 Produkční funkce meziplodin

3.3.1 Zelené hnojení

Nepopíratelným přínosem meziplodin je obohacení půdy o organickou hmotu a zlepšení půdní struktury. Vlivem úbytku hospodářského dobytka klesla produkce statkových hnojiv a půdě se tak snížil přísun této organické hmoty. Přísun organické hmoty je ale zásadní prvek udržení půdní úrodnosti. Flohrová (1998) uvádí, že dlouhodobé hospodaření bez živočišné výroby (statkových hnojiv) je možné jen na nejúrodnějších půdách a jen s určitým osevním postupem. Snížení stavu hospodářských zvířat druhotně způsobilo i změny v osevních postupech, ze kterých vymizel zdroj píče pro dobytek – leguminózy. Přitom právě leguminózy příznivě působily na půdní struktury, obohacovaly půdu o dusík poutaný ze vzduchu a zanechaly na pozemku značné množství biomasy (v průměru 3 - 4 t.ha⁻¹; Vaněk a kol., 2007). Sláma obilnin a řepky, které společně představují více jak 50 % plochy orné půdy, je v mnohých případech z polí odvážena a prodávána k energetickým účelům bez toho aniž by byl na pole vrácen alespoň popel z těchto spaloven. Koloběh hmoty i živin je díky tomu neuzavřený a z pole se hmota jen odebírá (Procházková a kol., 2001). Podle Baumgärtla (2008) se musí organické hnojení provádět zejména pod plodiny, které mají poskytovat vysoký výnos hmoty, jako jsou okopaniny nebo silážní kukuřice. V případě nedostatku organických hnojiv autor doporučuje jednoznačně zapravení rozdrčené slámy obilnin, nebo pěstování zeleného hnojení.

Pokud si má půda udržet svoji strukturu a úrodnost musí být základním agrotechnickým opatřením přísun organické hmoty (Florentín et al., 2011). Slámu je důležité nechat na poli a rozdrčenou a dobře rozprostřenou zaorat, nebo ji použít jako stelivo pro potřeby živočišné výroby a vrátit jí tak na pole v podobě hnoje. Druhým opatřením je pěstování meziplodin za účelem zeleného hnojení, díky kterému se může zajistit pravidelný přísun organické hmoty a zlepšení a udržení dobré půdní struktury. Brant a kol. (2008) uvádí, že hořčice bílá poskytne (v závislosti na termínu výsevu a průběhu počasí) od 2,5 do 4,3 t.ha⁻¹ suché biomasy a svazanka vratičolistá 2,9 do 5,4 t.ha⁻¹.



Obr. 1: Porost hořčice bílé na zelené hnojení. Porost byl založen relativně brzy, na konci července, což mělo za následek přechod rostlin do generativní fáze (osobní archiv)

V tabulce 1 jsou hodnoty průměrných výnosů čerstvé hmoty a sušiny některých meziplodin, které uvádí Vach a kol. (2009). Pokusy byly prováděny v Troubsku v letech 2006 – 2008.

Tabulka 1: Průměrné výnosy čerstvé hmoty a sušiny meziplodin (Vach a kol., 2009)

Meziplodina	Čerstvá hmota (t.ha ⁻¹)	Sušina (t.ha ⁻¹)
Hořčice bílá	13,2	1,8
Svazenka vratičolistá	13,6	1,6
Ředkev olejná	12,9	1,7
Sléz krmný	6,1	0,6
Pohanka obecná	3,3	0,9
Žito trsnaté	2,9	0,6
Světlice barvířská	2,9	0,3
Lesknice kanárská	1,1	0,1

Doplňování organické hmoty do půdy je zaneseno i do standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy – DZES (do roku 2014 GAEC), konkrétně do standardu DZES 6 (MZe, 2015). Ke splnění tohoto standardu lze využít i meziplodiny. MZe (2012b) uvádí, že žadatel na minimálně 20 % jím užívané výměry půdních bloků, popřípadě jejich dílů s druhem zemědělské kultury orná půda, vztažené k celkové výměře tohoto druhu kultury užívané žadatelem k 31. květnu příslušného kalendářního roku v evidenci půdy, zajistí každoročně:

- a) aplikování tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv v minimální dávce 25 tun na hektar, s výjimkou tuhých statkových hnojiv z chovu drůbeže, kde je minimální dávka stanovena na 4 tuny na hektar. Při plnění podmínky zapravením ponechaných produktů při pěstování rostlin (např. slámy) podle jiného právního předpisu není stanovena minimální dávka nebo
- b) pokrytí tohoto procenta výměry, popřípadě jeho odpovídající části, v termínu minimálně od 31. května do 31. července příslušného kalendářního roku porostem jedné z následujících plodin, popřípadě jejich směsí: jetel, vojtěška setá, čočka, cizrna, fazol, hrách setý rolní (peluška), komonice bílá, sója luštinatá, vikev huňatá, vikev panonská, vikev setá, bob polní, lupina modrá, hrách setý, úročník bolhoj, vičenec ligrus. Porosty výše uvedených plodin lze zakládat i jako podsev do krycí plodiny, popřípadě jako směsi s travami v případě, že zastoupení trav v porostu nepřesáhne 50 %.

3.3.2 Rozšíření krmivové základny

Meziplodiny vyseté na podzim mohou poskytovat nejranější jarní píci (Aigner, 2000). Dříve u nás byly běžnou součástí osevních postupů a sloužily jako rozšíření krmivové základny. Brant a kol. (2008) uvádí, že za stabilní zdroj píce lze považovat pouze ozimé meziplodiny, protože tyto meziplodiny mají dostatek času, tepla a zimní vláhy. V České republice se ale píce ozimých meziplodin pro krmení používá jen výjimečně, zejména v systémech ekologického zemědělství. Na vině je nízký stav hospodářských zvířat i odlišná technologie krmení. Aigner (2000) uvádí, že v sousední spolkové republice Bavorsko, kde je vyšší stav hospodářských zvířat, je pěstování ozimých meziplodin běžné. Jedná se hlavně o jílky, řepku, žito, pšenici a různé jeteloviny, např. jetel alexandrijský nebo jetel podzemní. Flohrová (1998) dodává, že na zelenou píci je také možné sklídit kukuřici vysetou v letním období. Kukuřice má tak v tomto případě charakter letní meziplodiny. Jako další plodiny ještě doplňuje ozimé formy hrachu a vikve a připomíná, že v minulosti bylo velmi rozšířeno pěstování tzv. landsberské směsky, čili směsi ozimého žita, jílku mnohokvětého a jetele inkarnátu.

3.3.3 Zdroj substrátu pro výrobu bioplynu

Dnešním trendem je pěstování ozimého žita, případně tritikale, jako ozimých meziplodin, jejich následná konzervace silážováním a následný přímý výsev kukuřice nebo

čiroku do strniště. Jednoznačné výhody ozimého žita spočívají ve stabilitě a jistotě výnosu (Jirglová a Shejbal, 2012). Dále zdůrazňují i nenáročnost pěstování a s tím spojené nízké náklady. Nezanedbatelná je i možnost pěstování žita na erozně ohrožených půdách, diverzifikace osevního postupu a rozložení sezónních prací. Předplodinová hodnota ozimého žita sklizeného na siláž je oceňována při pěstování čiroku cukrového na siláž. Hodoval a Pulkrábek (2012) uvádějí, že zařazení čiroku po ozimém žitě na siláž se v posledních letech osvědčilo. Poukazují na vhodnost provedení mělkého kypření před následným výsevem. Tato kombinace je vhodná z důvodu využití pozemku i zamezení rozvoje a šíření plevelů, šetření půdní vláhou a výraznému omezení vodní eroze v mezíporostním období.

3.4 Mimoprodukční funkce meziplodin

3.4.1 Protierozní působení

Eroze značí činnost vody větru a ledu, která způsobuje rozrušování půdního povrchu a přemisťování uvolněné hmoty do jiných poloh, kde se ukládají ve formě nánosů (Hůla a kol., 2008). Eroze ochuzuje půdu o ornici, nejúrodnější část. Eroze půdy v současné době představuje jeden z nejvýznamnějších činitelů degradace půdy na celém světě (Brant a kol., 2011).

Rozsah skutečné vodní eroze v ČR nejde přesně stanovit, ale na základě zprávy o životním prostředí za rok 2007 se odhaduje poškození přibližně 42 %, tedy 1,4 milionu hektarů zemědělské půdy, z toho je pak 450 tisíc hektarů výrazně poškozeno, došlo zde ke smytí celých humusových horizontů. Větrná eroze ohrožuje potenciálně 7,5 % zemědělské půdy, především v sušších klimatických podmínkách Polabí a jižní Moravy (MZe, 2012).



Obr. 2: Následek vodní eroze na pozemku s kukuřicí (osobní archiv)

Eroze půdy vede k její degradaci, čímž se, ze zemědělského hlediska, myslí ztráta její produkčních schopností. Z hlediska ekologického a environmentálního je degradace půdy považována jako ztráta schopnosti plnit přírodní funkce (MZe, 2012).

Přibližně polovina zemědělské půdy v ČR je v současnosti ohrožena erozí, a je zde nutné důsledně provádět některé druhy protierozních opatření.

Pro snížení erozních procesů je nutné dodržovat určité agrotechnické postupy. Nejvíce je ohrožena půda bez rostlinného pokryvu a půda s nízkým podílem organické hmoty v horních horizontech (Aigner, 2000). Do agrotechnických opatření řadíme především tzv. ochranné obdělávání, zahrnující celou řadu technologických postupů, které se vyznačují ponecháním alespoň 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy. Hůla a kol. (2008) uvádí např. výsev do ochranné plodiny, výsev do strniště, výsev do hrubé brázdy, důlkování, mulčování, hloubkové kypření apod. Protierozní ochrana půdy je dnes uplatňována především při pěstování širokořádkových plodin, kdy v případě zakládání jejich porostů i porostů jiných plodin je prováděn výsev do vymrzajících či nevymrzajících meziplodin, čímž je velmi účinně snížena eroze i v zimním období (Badalíková a Hrubý, 2009).

Současná situace erozního ohrožení půdy je řešena standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy - DZES (do roku 2014 GAEC), konkrétně standardy DZES 4 a DZES 5. Podle MZe (2012b, 2013, 2015) se uvádí, že standard DZES 4 – „minimální

požadavky na pokryv půdy“. Tento standard nahradil dřívější standard GAEC 1. Rozdíl mezi GAEC a DZES 4 je ve svažitosti pozemku, na kterém je nutno zajistit plnění tohoto standardu. Původní GAEC 1 nařizoval plnění na pozemku o svažitosti 7 ° a více, u DZES 4 je limitní hodnota svažitosti pozemku 5 °. Standard nařizuje na takovém na půdním bloku, případně jeho dílu s druhem zemědělské kultury orná půda zajistit po sklizni založení porostu následné ozimé plodiny, nebo uplatnit jedno z níže uvedených opatření:

- ponechat strniště plodiny do doby založení porostu jařiny
- pozemek zpodmítnout a ponechat do doby založení jařiny
- osít pozemek meziplodinou nejpozději do 20. 9 a tento porost zapravit nejdříve 1. 1 následujícího roku.

Orba smí být na takovém pozemku provedena v případě že:

- je provedena v jarním období před založením porostu jařiny
- je provedena na podzim před založením porostu ozimu nebo meziplodiny
- je provedena nejdříve 1. 1 a orbou je zapraven porost meziplodiny založený na podzim
- je při ní zapraveno tuhé statkové, nebo organické hnojivo v minimální dávce 10 t/ha.

Standard DZES 5 nahradil původní GAEC 2. Tento standard nařizuje na ploše půdního bloku, popřípadě jeho dílu, označeného v evidenci půdy (LPIS) od 1. července příslušného kalendářního roku do 30. června následujícího kalendářního roku jako půda:

- silně erozně ohrožená (SEO), zajistit, že se nebudou pěstovat širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok. Porosty obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče, nebo bezorebné setí. V případě obilovin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, nebo jetelotravních směsí.
- mírně erozně ohrožená půda (MEO), zajistit, že širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Tyto podmínky nemusí být dodrženy na souvislé ploše s výměrou nižší než 0,4 ha zemědělské půdy, jejíž delší strana je orientována ve směru vrstevnic s maximální odchylkou

od vrstevnice do 30° a pod níž se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m, jež přerušuje odtokové linie procházející plochou širokořádkové plodiny a na kterém je žadatelem pěstován travní porost, víceletá pícnina nebo jiná než širokořádková plodina, s tím, že žadatel může tento postup uplatnit pouze na jedné takto vymezené ploše nebo součet takových ploch nepřesáhne výměru 0,4 ha zemědělské půdy.

Standardu DZES 5 na silně erozně ohrožených půdách a mírně erozně ohrožených půdách vyhovují následující půdoochranné technologie:

- bezorebné setí (technologie přímého setí do nezpracované půdy)
- setí do mulče
- setí do mělké podmítky
- setí do ochranné plodiny (např. do vymrzající meziplodiny)
- důlkování

Změnou v DZES 5 oproti GAEC 2 je, že na silně erozně ohrožených (SEO) půdách při zakládání porostů obilovin a řepky olejné s použitím půdoochranných technologií již nemusí být dodržena podmínka stanovené minimální 30% pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky do doby vzházení porostu.

Na MEO půdách lze kromě obecných půdoochranných technologií uplatnit ještě specifické půdoochranné technologie, kam patří:

- přerušovací pásy
- zasakovací pásy
- osetí souvratí
- setí / sázení po vrstevnici
- odkameňování

V případě využití podsevových meziplodin je hlavní protierozní efekt během růstu i po sklizni plodiny. Ojedinele jsou porosty zakládány do pásů, kde je zbytek plochy oset ozimou kulturou meziplodiny, protierozní efekt tak meziplodina plní jak před založením porostu hlavní plodiny, během jejich růstu, tak i po její sklizni (Hůla a kol., 2008).

Badalíková a Hrubý (2009) uvádějí, že v podmínkách České republiky se větrná eroze vyskytuje nejvíce brzy na jaře a také částečně na podzim. V souvislosti s tímto je důležitá přítomnost meziplodin na podzim a nevymrzající nebo zbytků vymrzající meziplodiny

v jarním období (Aigner, 2000). Vodní erozi způsobuje destruktivní síla dešťových kapek působící na půdní strukturu. Při dešťových srážkách dopadá část kapek skrze porost přímo na povrch půdy, část srážek se zachytí na povrchu asimilačního aparátu rostlin a odpaří se zpět do atmosféry a část dopadá na půdu z povrchu listů nebo stéká po stonku, lodyze apod. (Brant a kol., 2011). Nejvýznamnější je kapková eroze, kdy dešťová voda skapává z rostlin na volný povrch půdy. Tyto kapky rozbíjejí půdní agregáty, které vlivem vlhkosti bobtnají, což vede ke snížení infiltrace a takto uvolněné částice mohou být splaveny vodou do jiných míst. Tento povrchový odtok způsobuje na povrchu pozemku rýhy a výmoly, kde voda proudí ještě větší silou a odnáší půdu pryč do nižších míst (Badalíková a Bártlová, 2012b). V případě, že povrch půdy je chráněn zapojeným porostem, nebo se na něm nachází mulč z rostlinných zbytků, dochází k zachycení kapek, snižuje se jejich kinetická energie a nedochází tak k porušení struktury půdních agregátů. Stejný efekt mají i posklizňové zbytky předplodiny nebo vymrzající, či umrtvené meziplodiny (Hůla a kol., 2003; Wollenweber et al., 2011).

Zimolka a kol. (2008) ale připomíná fakt, že pokud je výsev kukuřice realizován do mulče meziplodiny bezorebnou technologií, může nastat zejména v chladnějších oblastech, nebo při celkově chladném průběhu jara, problém s nižším prohřátím půdy v důsledku přítomnosti zbytků meziplodiny, vyšší objemové hmotnosti, vlhkosti, a tím i vyšší tepelné vodivosti. V těchto případech může dojít k oddálení termínu výsevu. Dále uvádí, že velké množství rostlinných zbytků na povrchu půdy může způsobit problém s kvalitou setí i ochranou proti plevelům. Podobný názor mají i Hofmann a Bischoff (2008), kteří hodnotili vliv zpracování půdy na růst cukrové řepy, zaměřili se zejména na zásobu vody a půdního vzduchu. Přímé setí do mulče (slámy i meziplodin) mělo negativní vliv na výnos řepy oproti variantě s mělkým zpracováním půdy. Wollenweber (2012) uvádí, že meziplodiny a následný výsev do jejich mulče, zpracovaného mělkým kypřením, se stal mezi německými pěstiteli cukrové řepy již jakýmsi standardem a to jak při klasickém, tak i při minimalizačním zpracování půdy. Podle Sandera (2012) se osvědčil výsev cukrové řepy do mulče meziplodiny secím strojem, který zpracuje setěvou lůžku jen v pásech budoucích řádků, v prostotu mezi řádky zůstane půda nezpracovaná a pokrytá zbytky meziplodiny. Na základě výsledků pokusů Badalíkové a Hrubého (2009) a Badalíkové a Bártlové (2012b) dochází jen k minimálnímu smyvu půdy u variant s rostlinným mulčem oproti variantám s holým povrchem půdy.

3.4.2 Omezení šíření chorob a škůdců

Pro dnešní rostlinnou výrobu je typický vysoký podíl obilnin a ozimé řepky v osevním postupu. Velmi často jsou obilniny pěstovány po sobě, nebo jen s roční přestávkou (Vach a Javůrek, 2008). Pokud je brán v úvahu i vzešlý výdrol, může nastat situace, kdy jsou na pozemku obilniny bez přestávky po dobu několika měsíců a v extrémních případech i let. Choroby a škůdci, tak mají neustále k dispozici živný substrát (tzv. zelený most) a může tak dojít k jejich silnému rozmnožení (Babulicová et al., 2011). Proto je nezbytné do osevního postupu zařadit meziplodiny s fyto-sanitárním působením (Flohrová, 1998), které přeruší osevní postup a tím zlepší zdravotní stav následujícího porostu. Porost meziplodiny může působit alelopaticky na ostatní plodiny (plevele a výdrol), rozklad biomasy meziplodin může vyvolat inhibiční účinky a zároveň vyvolat větší mikrobiální aktivitu v půdním prostředí, zvýšit počet druhů organismů a vytvořit prostorovou bariéru, která zamezí například šíření spor. Výsledkem je, že organismy, které považujeme za škodlivé, jsou díky meziplodinám vystaveny větší konkurenci ostatních organismů, dochází ke snížení jejich počtu a rozkladu hostitelského substrátu.

Meziplodiny potlačují choroby a škůdce různými formami, které závisí na druhu a způsobu pěstování meziplodin a jejich vztahu ke škodlivým chorobám a škůdcům. Zejména pěstitelé zeleniny, řepy, brambor a cibule oceňují u některých druhů meziplodin fumigační efekt, tedy schopnost usmrtit organismy, které nelze potlačit aplikací chemického postřiku. Jde o plodiny, které ve velké míře uvolňují glukosinuláty, které nejsou přirozeně jedovaté. Jejich rozkladem v půdě dochází k uvolňování kyanátů a thiokyanátů, které se v půdě po krátkém čase rychle ztrácejí. Rostlina, která obsahuje glukosinuláty, obsahuje zároveň i enzym, který glukosinuláty odbourává. Po narušení struktury kořene, například nakousnutím hádčátkem, dojde k uvolnění enzymu a rozkladu glukosinulátu. Uvolněné látky pak potlačují hádčátka, škodlivý hmyz a omezují i rozvoj houbových chorob. Obsah glukosinulátů závisí nejen na druhu rostliny, ale je rozdílný i mezi jednotlivými odrůdami. Obsah glukosinulátů je typický hlavně pro brukvovité rostliny, jako je např. hořčice bílá nebo ředkev olejná. Na fumigaci nejlépe reagují kořenové zeleniny, jako je mrkev, celer, petržel, nebo okopaniny – řepa a brambory (Podrábský, 2012).

Tato vlastnost vedla k vyšlechtění několik odrůd hořčice i ředkve označovaných jako nematocidní nebo antinematodní (Flohrová, 1998). Ale například nejpěstovanější brukvovitá plodina – řepka olejka je typickým hostitelem hádčátka řepného. Rozšiřování ploch řepky vede pěstitele k jejímu zařazení do osevního sledu s cukrovkou, což má za následek nejen problém

se zaplevelením ale právě i se šířením hád'átek (Chochola, 2011). Eßer a v. Look (2011) uvádějí, že i přes širokou nabídku odrůd cukrové řepy resistantní nebo tolerantní k hád'átku řepnému, by měly být tyto antinematodní odrůdy hořčice a ředkve součástí osevních postupů, zvláště u podniků s vyšším zastoupením cukrové řepy. Ale Chochola (2011) uvádí, že zařadit do osevního postupu antinematodní meziplodiny se vyplatí tehdy, jestliže pěstitel přichází o více než 3 % výnosu. Uvádí, že nákup tolerantních odrůd zvýší náklady o cca 900 – 1000 Kč.ha⁻¹ a zařazení antinematodních meziplodin o 1000 – 1500 Kč.ha⁻¹.

Při výběru druhu meziplodiny je důležité brát v potaz druhovou rozmanitost osevního postupu. V osevním sledu s vysokým zastoupením řepky, který je dnes na mnoha místech běžný, řepka zaujímá u některých podniků běžně přes 30 % výměry orné půdy (Baranyk a kol., 2007). Při tomto podílu řepky v osevním postupu je velmi nevhodné zařazovat brukvovité meziplodiny, vzhledem k možnosti šíření houbových chorob vyskytující se u rodu *Brassica*, jako je *Sclerotinia sclerotiorum* (hlízenka obecná), *Botrytis cinerea* (plíseň šedá), *Plasmodiophora brassicae* (hlenka kapustová) způsobující nádorovitost kořenů (Vach a kol. 2005) a v současné době výrazně se šířící fómová hniloba (*Leptosphaeria maculans* a *L. biglobosa*) způsobující předčasné odumření rostlin (Baranyk a kol., 2007). Stejný problém může nastat i při zařazení lipnicovitých meziplodin do osevních sledů s vysokým zastoupením obilnin. Zde se navyšuje riziko přenosu infekce virové zakrslosti obilnin (viroví patogeni BYDV, CYDV, WDV) přenášené křísi a mšicemi (Babulicová et al., 2011). Problému s přenosem virových infekcí, chorob a škůdců je možné se vyhnout výběrem svazenky vratičolisté, slézu krmného, pohanky obecné a další plodin, které nejsou z čeledi lipnicovité a brukvovité.

3.4.3 Omezení výskytu plevelů

Pěstiteli žádaný efekt pěstování meziplodin je mimo jiné potlačení růstu plevelných rostlin. Vach a kol. (2005) připomíná schopnost omezení zejména v meziporostním období a zesílení účinku herbicidů, tím že nedávají oslabeným plevelům možnost dalšího rozvoje. Pravidelné zařazení meziplodin ve správně sestaveném osevním sledu umožňuje snížit používání pesticidů i v intenzivním systému hospodaření (Procházková a kol., 2001). Dierauer a Stöppler-Zimmer (1994) stejně jako Šarapatka a Urban (2006) uvádějí, že velký význam má odplevelující efekt meziplodin v systému ekologického hospodaření, kde se používají hlavně podsevové meziplodiny, které zamezují šíření plevelů do doby, než je hlavní plodina vůči plevelům konkurence schopná, nebo v době, kdy nelze provést mechanickou kultivaci plevelů.

Brant a kol. (2008) připomíná, že při pěstování strniskových meziplodin může být regulace plevelů diskutabilní záležitost. Strniskové meziplodiny jsou ve většině případů zakládány do zpodmítnutého strniště. Při podmítce se tak do půdy mohou dostat dormantní semena plevelů z povrchu půdy. Důležitou roli při regulaci plevelů porostem meziplodiny hraje její konkurenceschopnost.

3.4.4 Omezení vyplavování živin

V dnešní intenzivní zemědělské výrobě by mělo být samozřejmostí maximální využití zdrojů s minimálním únikem živin do okolního životního prostředí. Přírodní podmínky mírného klimatu se vyznačují častým nadbytkem srážek v mimovegetačním období (Brant a kol., 2008). Toto vede k vyplavování živin, zejména N v podobě NO_3^- do povrchových i podzemních zdrojů vody. Pokud jsou na polích pěstovány meziplodiny, akumulují do svých pletiv dusík, který se tak stává imobilním a nemůže dojít k jeho vyplavení (Klír a kol., 2008). Flohrová (1998) uvádí, že meziplodinám, jako prostředku zabránění vyplavování dusíku se musí dát přednost tam, kde běžné plodiny, jakými jsou např. ozimé obilniny, nejsou dostatečně účinné. Dále uvádí, že nebezpečí vymývání dusíku je dáno úrovní hnojení, příjmem plodiny, potenciální mobilizací z posklizňových zbytků a humusu, půdním typem, průběhem počasí v zimním období, srážkami a hloubkou kořenů následné plodiny. Brant a kol. (2008) tvrdí, že potenciál sorpce dusíku v rostlině je největší od srpna do října, později klesá, takže z tohoto hlediska není markantní rozdíl akumulace dusíku u vymrzajících a nevymrzajících meziplodin. Vach a kol. (2005) připomíná také poutání vápenatých kationtů a mobilizaci fosforu i dalších prvků z jejich obtížně dostupných forem v půdní zásobě. Florentín et al. (2011) upozorňuje, že pokud byla na pozemku pěstována rostlina z čeledi bobovitých a následná plodina má být zaseta až na jaře, je nezbytné pro udržení dusíku v půdě pozemek osít meziplodinou. Stejný názor mají i autoři Flohrová (1998), Klír a kol. (2008) a Klír a Kozlovská (2012), kteří uvádějí, že pro efektivní zabránění vyplavování dusíku v zimním období je nezbytné, aby pozemky, kde je po předplodině zvýšený obsah N_{\min} , byly minimálně během podzimního období ozeleněné a k zapravení biomasy meziplodin došlo nejlépe až na jaře.

Dusičnany vyplavené z půd do vodních zdrojů patřily a stále patří k závažným ekologickým problémům, kterým je třeba předcházet, jsou považovány za největší zdroj plošného znečištění vod ze zemědělství (Klír a Kozlovská, 2012). Pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělské výroby vznikl předpis Evropské unie - Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeným dusičnany ze zemědělských zdrojů,

známý jako nitrátová směrnice. V souvislosti s nitrátovou směrnicí došlo k vytýčení zranitelných oblastí, tj. oblastí, kde znečištění podzemních a povrchových vod přesáhlo, nebo by mohlo přesáhnout mez 50 mg/l dusičnanů ze zemědělské výroby, a ve kterých je tedy plnění nitrátové směrnice povinné. Nitrátová směrnice se od 1. ledna 2009 promítá do Kontrol podmíněnosti. Do roku 2014 byla označována zkratkou SMR 4, od roku 2015 je v kontrolách podmíněnosti pod označením PP1 – „Ochrana vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů“ (MZe, 2015). Akční program obsahuje uvedené požadavky v obecných zásadách správné zemědělské praxe a další požadavky, výslovně stanovené nitrátovou směrnicí v těchto okruzích:

- zákaz aplikace hnojiv v období zákazu hnojení (neplatí pro výkaly a moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo jiném pobytu na zemědělské půdě a pro hnojení zakrytých ploch).
- vymezení kapacity skladovacích prostor pro statková hnojiva
- omezuje aplikace hnojiv s ohledem na půdní a klimatické podmínky
- stanovuje maximální limit organického hnojení na orné půdě za rok v průměru 170 kg N/ha, louky do výše 60 kg N/ha, pastviny do výše 80 kg N/ha, z tohoto limitu je pastvou hospodářských zvířat dodáno minimálně 5 kg N/ha a maximálně 55 kg N/ha.
- omezení aplikace hnojiv na svažitých půdách.
- omezení aplikace hnojiv v blízkosti vodních toků, rybníků a nádrží.
- zákaz aplikace hnojiv na podmáčených, zaplavených, promrzlých a sněhem pokrytých půdách (MZe, 2012b).

První vytýčení zranitelných oblastí bylo provedeno v roce 2003 a poté každé čtyři roky dochází k revidování. Aktuálně je platné nařízení vlády č. 262/2012 Sb. s účinností od 1. 8. 2012 (Klír a Kozlovská, 2012).



Obr. 3: Pokryv půdy vzniklý vymrznutím hořčice bílé (osobní archiv)

3.4.5 Vliv na produkci hlavních plodin

Autoři Flohrová (1998), Procházková a kol. (2001), Vach a kol. (2005) a Brant a kol. (2008) ve svých pracích shrnují vliv meziplodin na produkci hlavních plodin. Uvádějí, že i při výběru správného druhu meziplodiny a správného založení porostu je vliv působení meziplodiny v následujícím ročníku závislý na půdně klimatických podmínkách. Příznivé působení meziplodin lze na pozemku vyzorovat až během několik let jejich pravidelného zařazování. Flohrová (1998) uvádí příznivý vliv na zvýšení výnosu řepy cukrové a jarního ječmene, pokud byly jako zelené hnojivo použity meziplodiny svazanka nebo hořčice.

Obecně nejlepšími meziplodinami, které zvyšují úrodnost, jsou rostliny z čeledi bobovité, jeteloviny a luskoviny. Tyto rostliny jsou díky symbiotickým hlízkovým bakteriím schopny poutat vzdušný dusík, masivně prokořeňují půdní profil a zanechávají tak po sobě velké množství organické hmoty (Flohrová, 1998; Florentín et al., 2011).

3.4.6 Zlepšení fyzikálních vlastností půdy

Utuzení orničního a podorničního profilu je dalším z problémů se kterým by měl současný zemědělec bojovat. Podle MZe (2012) je nadměrným zhutněním ohroženo asi 49 % zemědělské půdy v ČR. Zhutnění je definováno jako zvýšení objemové hmotnosti půdy a ztráta pórovitosti. Zhutněná půda ztrácí úrodnost, špatně absorbuje srážkovou vodu, je náchylnější k erozi. Zhutnění je způsobeno několika vlivy. Je to jednak používání těžké

zemědělské techniky, zejména za nevhodných podmínek, kdy hlavně při nadměrné vlhkosti půdy dochází ke zhutnění nejvíce, dále používání nevhodných souprav pro odvoz úrody z pole, nebo naopak pro aplikaci hnojiv na pozemky. Další faktorem je snížení výměry rostlin, které prokořeňují půdní profil, jakou je například vojtěška a další víceleté pícniny, ústup od vápnění polí, organického hnojení, od hlubokého zpracování půdy apod. (Khel, 2014).

Použitím vhodných druhů meziplodin lze proti utužení částečně bojovat. Principem je pěstovat hluboko kořenicí druhy a jejich pěstování kombinovat s dalšími zásahy vedoucí ke zlepšení půdní struktury, jako je vápnění, organické hnojení atd.

3.5 Pěstování směsí meziplodin

Založení porostu, který je tvořen jen jedním druhem meziplodin, je vždy zčásti rizikové (Schmidt and Gläser, 2012). V případě, že podmínky daného ročníku nebudou pro daný druh vyhovující, nebude takovýto porost schopen poskytnout požadované množství biomasy, nebo nedosáhneme požadovaný fyto-sanitární efekt. Další problémem je, že každý druh vhodný jako meziplodina má svoje přednosti i zápory a zatím se nepodařilo objevit, nebo vyšlechtit určitou univerzální meziplodinu, jejíž pěstování by s sebou neslo všechny klady pěstování meziplodin. Z tohoto důvodu se autoři Schmidt a Gläser (2012) přiklánějí k pěstování směsí meziplodin. Vhodně druhově sestavené směsi jsou z pohledu celkového nárůstu biomasy mnohem přizpůsobivější vůči průběhu počasí v daném ročníku.

Na základě těchto faktů jsou dnes již nabízeny osiva směsí meziplodin s určitým využitím. Existují směsi, jejichž cílem je tvorba co největšího množství biomasy, dále směsi sestavené z druhů, které zajistí prokořenění většiny půdního profilu, směsi sestavené z druhů které mají fyto-sanitární účinky (např. snižování populace hád'átka řepného), směsi sestavené z druhů rostlin fixující vzdušný dusík a jiné. Tyto směsi jsou pak na trh dodávány pod obchodními názvy určujícími jejich použití, např. směs Terralife – Mais-pro, je směs složená z 9 komponentů. Jejím cílem je mobilizace půdního P, fixace N a prokořenění půdního profilu tak, aby bylo co nejvíce usnadněno bezorebné založení a vzejití porostu kukuřice (Kern, 2015).

3.6 Členění meziplodin podle termínu založení porostu

Meziplodiny mohou být v rámci systémů hospodaření půdě pěstovány s různým cílem, který určuje především termín a způsob jejich založení i jejich doba setrvání na daném

pozemku. Vzhledem k širokému uplatnění meziplodin v systému hospodaření na orné půdě a ve vztahu k jejich funkci, jsou různé pohledy na jejich členění (Procházková a kol., 2001). Z hlediska zjednodušení této problematiky je vhodné dělit meziplodiny podle termínu založení porostů a přihlídnutí k možným pěstitelským cílům (Brant a kol., 2008).

Většina autorů pracuje se třídění meziplodin do skupin podle termínu, kdy je porost zakládán. Obvykle se pracuje se čtyřmi skupinami, a to jsou podsevové meziplodiny, rané letní meziplodiny, strniskové meziplodiny a ozimé meziplodiny.

3.6.1 Podsevové meziplodiny

Podsevové meziplodiny jsou zakládány formou podsevu do krycích plodin. Porost meziplodiny je po sklizni krycí plodiny sklizen jako pícnina na krmení, nebo je zaorán na zelené hnojení. Podsevové meziplodiny jsou zakládány do porostů hustěsetých obilnin, zejména jarních. V konvenční zemědělské výrobě nemají dnes velký význam, běžně jsou ale pěstovány v systémech ekologického zemědělství. Přednost podsevových meziplodin je jistota vzejití porostu, produkce velkého množství fytohmoty a schopnost regulace zaplevelení krycí plodiny, i regulace zaplevelení pozemku po její sklizni.

Převážně zatím v pokusech se využívá podsevových meziplodin při pěstování širokořádkových plodin na erozně ohrožených pozemcích. Souběžné založení porostu širokořádkové plodiny a podsevové meziplodiny je ale stále technicky obtížné, protože na trhu nejsou zatím vhodné sečí stroje. Pro založení takovýchto porostů je nutné běžné sečí stroje upravit, nebo porosty založit odděleně. Obecně u podsevových meziplodin platí to, že by se pěstitel měl vyhnout výnosové depresi způsobené porostem meziplodiny, ale zároveň musí dbát na to, aby byl porost meziplodin dostatečně silný na to, aby plnil své funkce. Na základě výsledků Branta a kol. (2008) lze jako nejvhodnější podsevové meziplodiny doporučit především směsi jetele lučního, kostřavy luční, jetele plazivého, jílku mnohokvětého a jílku vytrvalého. Autor dále uvádí, že pro podsev kukuřice a jiných širokořádkových plodin je možné využít i ozimé obiloviny, zejména žito a ječmen, které díky jarnímu výsevu nepřejdou do generativní fáze a vytvoří tak hustý pokryv povrchu (Dierauer and Stöppler-Zimmer, 1994).

3.6.2 Rané letní meziplodiny

Jejich využití spočívá zejména jako zdroj píce pro hospodářská zvířata, okrajově i jako zelené hnojení. Pro tyto účely je pěstován hrách setý, bob obecný, vikve a peluška jarní. Dále to může být proso seté, silážní kukuřice, případně i silážní slunečnice. Prvotním předpokladem pro úspěšné pěstování těchto meziplodin je včas uvolněný pozemek, protože pro potřebný nárůst biomasy (až 8 t sušiny ha⁻¹) je zapotřebí alespoň 8 až 10 týdnů a je tedy nutné jejich porosty založit do poloviny července. Z toho plyne, že jsou zakládány po ozimých ječmenech, silážních směskách, raných bramborách, případně i po ozimé řepce. Stejně jako u podsekových meziplodin, i s raně letními meziplodinami se setkáme hlavně v systémech ekologického zemědělství, kde se využívají jako krmivo i jako zelené hnojení. (Dierauer and Stöppler-Zimmer, 1994; Florentín et al., 2011).

3.6.3 Strniskové meziplodiny

V současnosti nejvíce používaný způsob pěstování meziplodin, je jejich výsev hned po sklizni hlavních plodin v letním, respektive ke konci letního období do různě zpracované půdy. Jejich pícninářské využití bylo a je minimální, protože jejich výnos je závislý na vláhových podmínkách daného ročníku. V minulosti byly pěstovány zejména pro zelené hnojení (Procházková a kol., 2001), ale dnes, stejně jako u ostatních druhů meziplodin, vzrůstá jejich význam v protierozní ochraně, fyto-sanitárních účincích, ozelenění krajiny a ochraně životního prostředí (Vach a kol., 2009).

Pěstování strniskových meziplodin je v současnosti v ČR velmi oblíbené. Je to dáno nenáročností jejich pěstování, které většinou nevyžaduje provádět speciální agrotechnické úkony (setí se například nechá spojit s podmínkou apod.), nenáročností na speciální technické vybavení a přijatelnou cenou osiva (Brant a kol., 2008).

Dnes se jako strniskové meziplodiny pěstují převážně hořčice bílá a svazenka vratičolistá. Jako meziplodina se také může vyset jílek vytrvalý, jílek mnohokvětý, řepka jarní i ozimá, řepice jarní i ozimá, žito svatojánské (křibice), dále kostřavy, srha laločnatá apod. (Procházková a kol., 2011, Vach a Javůrek, 2008). Vzhledem k tomu, že na většině orné půdy se dnes pěstuje pšenice, kukuřice, ječmen a řepka, je použití brukvovitých i lipnicovitých meziplodin do jisté míry problematické, protože nepřináší požadovaný fyto-sanitární efekt. Většina druhů pěstovaných jako strniskové meziplodiny během zimního období vymrzá – tzv.

vymrzající meziplodiny. Mohou se použít i druhy ozimého charakteru, nevymrzající, např. žito svatojánské, jilek vytrvalý apod., které nejsou umrtveny mrazy a mohou při mírném průběhu zimy nebo při brzkém nástupu jara stále tvořit biomasu, využívat sluneční záření a lépe chránit půdu proti erozi. Nevýhodou nevymrzajících strniskových meziplodin je nutnost umrtvit jejich porost v jarním období totálním herbicidem, nebo orbou (Vach a kol., 2009; Brant a kol., 2008). Wollenweber et al. (2011) a Wolleweber (2012) uvádějí, že problém představují plevelné rostliny rostoucí společně s kulturou meziplodiny. Často se jedná o přezimující plevele (heřmánkovité plevele, rozrazil, ptačinec prostřední atd.) nebo o výdrol předplodiny. I v případě vymrznutí meziplodiny zůstávají tyto plevele aktivní a v takových to případech je tedy opět nutné aplikovat totální herbicid.

Vach a kol. (2009) připomíná, že základ správného založení porostu meziplodiny začíná hned při sklizni plodiny, respektive při úklidu slámy. Pokud se zapravuje i drcená sláma, je nutné pro vyrovnání poměru C:N na pole aplikovat dusíkatá hnojiva, nejčastěji se používá roztok močoviny, DAM, síran amonný apod., nebo organická hnojiva jako je kejda, močůvka, hnojůvka (Vaněk a kol., 2007), nebo digestát z bioplynové stanice (Wollenweber, 2012).

Vach a kol. (2009) uvádí, že pěstování strniskových meziplodin není příliš závislé na půdních podmínkách, a proto není jejich pěstování nijak výrazně omezeno. Výjimku tvoří pouze půdy výrazně těžké, kde může být obtížné porost meziplodin zasít, nebo naopak půdy lehké, písčité, se slabou vododržností. V těchto půdách může být v případě nedostatku srážek problém se vzcházením, růstem a vývojem meziplodin. Proto je potřeba na těchto lokalitách s extrémnějšími půdními podmínkami věnovat zvýšenou pozornost výběru správného druhu, popř. odrůdy meziplodiny.

Naopak pro úspěch pěstování strniskových meziplodin jsou důležité povětrnostní podmínky ročníku, ovlivňující růst, vývoj a konečnou tvorbu biomasy. Flohrová (1998) připomíná, že pro zdárné pěstování meziplodin je důležitá vegetační doba v trvání 6 – 8 týdnů. Toto je podmínkou výnosové jistoty, prokazuje kladnou korelaci s dešťovými srážkami a vytváří tak dostatečný časový prostor pro jejich přísun. Vach a kol. (2005) uvádí, že potřebné množství dešťových srážek se pohybuje mezi 160 – 180 mm s tím, že důležitá je i dostupná zásoba vody v dosahu kořenů. V období srpen – říjen v nižších polohách ČR naprší 140 – 165 mm, přičemž suma denních teplot vzduchu dosahuje hodnot 1150 – 1250 °C. V podhorských oblastech tyto ukazatele za stejné období dosahují hodnot kolem 200 mm

srážek a suma teplot vzduchu 1000 – 1100 °C. Je důležité připomenout, že i meziplodiny na tvorbu biomasy odčerpávají vodu z půdního profilu. Na vytvoření alespoň slabého porostu meziplodiny je potřeba 150 mm srážek. Toto je třeba mít na paměti zejména v sušších vláhových podmínkách, kde jsou roční úhrny srážek nižší než 500 mm, Flohrová (1998) uvádí hodnotu 550 mm. Voda je v těchto oblastech limitujícím faktorem a zvláště následuje-li na pozemek ozimá plodina, může meziplodina odebráním vody z půdního profilu výrazně zkomplikovat její vzcházení. Při pěstování strniskových mezipločin je důležité uplatňovat jejich rajonizaci. Na vytvoření alespoň průměrného porostu sice meziplodina odčerpá určité množství srážek, ale díky zelenému pokryvu, případně díky vrstvy mulče, se v normálních vláhových podmínkách půdě uchová větší množství vláhy, využitelné následnými rostlinami (Vach a kol. 2009).

3.6.4 Ozimé mezipločiny

Vach a kol. (2005) i Brant a kol. (2008) uvádějí, že ozimé mezipločiny měly hlavní význam v minulosti, kdy byly pěstovány jako zdroj první zelené píče v jarním období. Jinak je tomu v sousední spolkové republice Bavorsko, kde jak uvádí Aigner (2000), je ve srovnání s ČR vyšší stav hospodářských zvířat a ozimé mezipločiny jsou zde významnou součástí pásu zeleného krmení. Autor uvádí, že nejvýznamnější pěstované druhy jsou jílky, jetel alexandrijský, ozimá řepka a další. Díky tomu, že období hlavního nárůstu jejich biomasy spadá právě do jarního období, není nutné zakládat ozimé mezipločiny bezprostředně po sklizni jako mezipločiny strniskové (Eßer, 2008). V případě, že je záměrem využití biomasy ozimé mezipločiny jako mulče pro přímé setí širokořádkových plodin jako je slunečnice, kukuřice, cukrovka apod., je nutné, stejně jako u nevymrzajících strniskových mezipločin, provést umrtvení totálním herbicidem (Hůla a kol., 2003).

I přesto, že autoři Brant kol. (2008) a Vach a kol. (2005) hovoří o ozimých mezipločinách dnes v podmínkách ČR jako o okrajovém směru pěstování mezipločin, tak díky současnému nárůstu počtu bioplynových stanic lze předpokládat, že ozimé mezipločiny najdou své využití jako zdroj substrátu právě pro bioplynové stanice. Viz kapitola 3.3.3.

3.7 Negativní vliv a rizika pěstování meziplodin

Také pěstování meziplodin přináší, jako každý jiný pracovní úkon na poli, i svá rizika. Z velké části jsou tyto negativa zapříčiněna zejména nevhodnou organizací práce, způsobem zpracování půdy nebo výběrem nesprávného druhu meziplodiny. Freyer (2003) uvádí nepříznivý dopad pěstování meziplodin v podobě snížení celkové zásoby vody v půdě způsobené růstem meziplodiny, nebo nevhodným způsobem zpracování půdy před setím meziplodiny. Volbou nesprávné meziplodiny může dojít k vytvoření tzv. zeleného mostu, kdy do osevního postupu zařadíme meziplodiny příbuzné hlavním plodinám, na kterých potom mohou přežívat choroby a škůdci (Baranyk a kol., 2007). Špatně nebo pozdě založený porost meziplodiny není schopný konkurovat plevelným rostlinám, což může vést k zvýšení půdní zásoby semen a rozšíření plevelů. Flohrová (1998) uvádí, že naopak příliš brzo zaseté meziplodiny, které mají být zapraveny do půdy až na jaře, mohou mít velký nárůst biomasy, která komplikuje zpracování půdy a založení porostu následné plodiny. Rozklad velkého množství biomasy v horní vrstvě půdního profilu může také působit fytotoxicky. Eßer (2008) připomíná, že ponechaná biomasa meziplodin na poli slouží jako úkryt pro plže a myši, což může vést k jejich přemnožení na pozemku a v jeho okolí.



Obr. 4: Realizace standardu DZES 5 (GAEC 2). Souvrať honu s kukuřicí je oseta hustě setou obilninou – ovšem setým (osobní archiv)

3.8 Ekonomika a dotační podpora pěstování meziplodin

Na základě získaných poznatků, je zřejmé, že hodnotit vliv meziplodin po ekonomické stránce je velmi složité. Jejich pozitivní efekty, jako je obohacení půdy o organickou hmotu, zpestření jednoduchých osevních sledů, potlačení chorob, škůdců a plevelů a další pozitivní, potažmo i negativní efekty, se projeví v celé soustavě až v průběhu několika let. Neměl by tedy být hodnocen jejich přínos pro konkrétní plodinu, na konkrétním stanovišti v konkrétním roce, ale jako celkové zlepšení přírodních podmínek jak na obdělávaných pozemcích, tak v jejich okolí (Vach a Javůrek, 2008; Procházková a kol., 2001).

3.8.1 Náklady na osivo a technickou výbavu

V tabulce 2 jsou uvedeny průměrné náklady na osivo v roce 2009.

Tabulka 2: Průměrné náklady na osivo některých meziplodin v roce 2009 (Vach a kol., 2009):

Meziplodina	Minimální výsevek (kg.ha ⁻¹)	Cena za 1 kg (Kč)	Náklady na 1 ha (Kč)
Srha laločnatá	5	35	420
Kostřava červená	12	55	660
Žito trsnaté (lesní)	100	17	1700
Jílek mnohokvětý	40	32	1280
Jílek vytrvalý	20	45	900
Hořčice bílá	20	40	800
Svazenka vratičolistá	10	100	1000
Pohanka obecná	60	60	3600
Ředkev olejná	20	50	1000
Světlice barvířská (saflor)	30	20	600
Sléz krmný	15	60	900
Lesknice kanárská	20	30	600

Ekonomické náklady na pěstování strniskových meziplodin představuje založení porostu, tedy pořízení osiva a výsev. Běžně používané druhy meziplodin mají semena, které nevyžadují speciální secí stroje (Procházková a kol., 2001), přitom je možné vybavit techniku na podmínku o přídavnou výsevní jednotku, díky které lze spojit podmínku a setí meziplodiny v jeden pracovní úkon. Pokud je použita vymrzající meziplodina a následná plodina je zasetá bezorebnou technologií přímého setí, nejsou nutné žádné další opatření (Wollenweber et al. 2011; Wollenweber, 2012). V jiných případech ale musíme počítat se zapravením porostu

meziplodin, které bude technicky náročnější než příprava hrubé brázdy. V případech, kdy jsou rostliny meziplodiny vitální, nebo se na pozemku vyskytuje větší množství plevelů, je potřebné provést aplikaci neselektivního herbicidu (Hůla a kol., 2008).

Po stránce ekonomické i technické je nejnáročnější pěstování podsekových meziplodin. Vzhledem k používaným druhům (jetel plazivý, jetel podzemní, jílky apod.) je nákladné osivo a v případě podsevů širokořádkových kultur, u kterých se podsekových meziplodin využívá nejvíce, je nutné provést úpravu přesného secího stroje (Hůla a kol., 2008).

Ozimé a rané letní meziplodiny zakládáme obdobně jako strniskové meziplodiny. I zde představuje hlavní výdaje nákup osiva, založení a zapravení porostu. Obě tyto skupiny se často využívají pro rozšíření krmivové základny (Aigner, 2000) nebo jako substrát pro energetické účely.

3.8.2 Hnojení meziplodin

Dnes se meziplodiny jako takové přímo nehnojí. Dříve se aplikovala startovací dávka dusíkatých hnojiv, zhruba 20 kg N.ha^{-1} , zejména k meziplodinám, které byly pěstovány jako krmivo pro hospodářská zvířata (Flohrová, 1998). Dusíkatá hnojiva, organická i minerální, se před výsevem meziplodiny často aplikují, aby se vyrovnal poměr C:N a podpořil se tak rozklad slámy (v dávce zhruba 10 kg N.t^{-1} slámy) (Vaněk a kol., 2007), nebo jsou aplikovány větší dávky organického hnojiva, kterou se pozemek vyhnojí pro hlavní plodiny, které budou zasety po meziplodině (Eßer and v. Look, 2011). Klír a kol. (2008) uvádí, že nitrátová směrnice umožňuje k meziplodinám zasetych po 15. červnu použít dávku 60 kg N.ha^{-1} v podobě minerálních hnojiv a 120 kg N.ha^{-1} v podobě hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem (kejda, močůvka, hnojůvka atd.), nesmí se ale jednat o čisté porosty jetelovin či luskovin.

3.8.3 Dotační podpora

Většina českých autorů, jejichž publikace byly studovány, uvádí, že pěstování meziplodin je od roku 2004 dotačně podporováno. Dotační titul pěstování meziplodin vycházel z Horizontálního plánu rozvoje venkova, následně z Programu rozvoje venkova, kde byl do roku 2014 součástí tzv. agroenvironmentálních opatření, podopatření C: Péče o krajinu, které legislativně upravovalo nařízení vlády č.79/2007 Sb., a jeho aktualizované

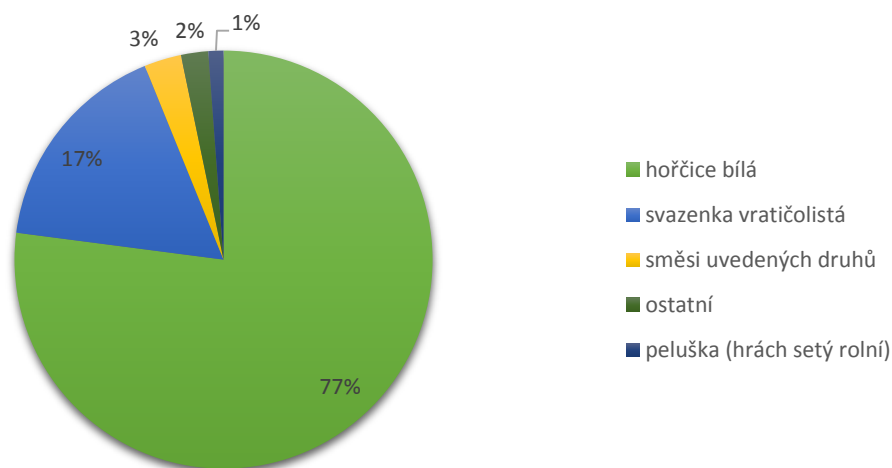
znění, o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření. Předmětem dotace v rámci titulu pěstování meziplodin byl půdní blok/díl s kulturou orná půda, na kterém má být vyseta meziplodina ze seznamu, který je součástí paragrafu 11 NV 79, který přímo upravuje pěstování meziplodin (Procházka a kol., 2010). Na hektar orné půdy oseté meziplodinou byla v roce 2012 udělena sazba 104 eur s tím, že částka je každý rok aktualizována (MZe, 2012a). Uvedené agroenvironmentální opatření bylo ukončeno s příchodem nové společné zemědělské politiky pro období 2014 – 2020 (MZe, 2015).

V tabulkách 3 a 22 jsou údaje o plochách osetých meziplodinami, na které byla udělena dotace v rámci agroenvironmentálních opatření, podopatření C: Péče o krajinu, titul C2 Pěstování meziplodin v letech 2010 - 2013. Data poskytli pracovníci Státního zemědělského intervenčního fondu. Poměr zastoupení meziplodin z tabulky 4 znázorňuje graf 1.

Tabulka 3: Plocha meziplodin v letech 2010 - 2013 v rámci žádostí AEO (SZIF, 2015, osobní sdělení):

Meziplodina	Plocha (ha)
Hořčice bílá	64162,23
Svazenka vratičolistá	13289,71
Peluška jarní	877,98
Směsi	2321,59
Ostatní druhy	1855,12
Celkem	82506,63

Graf 1: Znázornění zastoupení meziplodin v rámci žádostí AEO (2010 - 2013):





Obr. 5: Hrách setý rolní (syn. peluška) (osobní archiv)

3.8.4 Meziplodiny a nová společná zemědělská politika pro období 2014 – 2020

V novém období společné zemědělské politiky již nebude pěstování meziplodin podporováno v rámci agroenvironmentálních opatření. Nově je podpora pěstování meziplodin začleněna do jedné z možností splnění podmínek tzv. ozelenění, neboli greeningu. Plnění greeningu je dobrovolné, ale jeho splněním je podmíněno plné vyplacení přímé platby SAPS (což představuje cca 6 000 Kč/ha, bez plnění greeningu cca 4 000 Kč/ha). Podmínky pro splnění greeningu jsou:

- diverzifikace plodin,
- zachování podílu trvalých travních porostů
- vyčlenění plochy v ekologickém zájmu, tzv. EFA (Ecological focus area).

Pro subjekty hospodařící s více jak 15 ha orné půdy je podmínka vyčlenění minimálně 5 % orné půdy, v následujících letech se předpokládá se zvýšením na 7 %, pro plochy EFA. Jako plochu EFA lze označit úhor, souvrať, porost meziplodiny, porost plodiny fixující N, porost rychle rostoucích dřevin, zalesněnou půdu, krajinné prvky (stromořadí, solitérní dřevinu, skupinu dřevin, terasa, mez, travnatá údolnice a příkop). Pro každou z výše uvedených ploch EFA je stanovený koeficient pro přepočet na požadované ha. (př. při

koeficientu 0,7 je na každých 100 ha orné půdy vyčlenit 1,3 ha pro plochu EFA) (Klír a Kozlovská, 2015).

3.8.4.1 Možnosti použití meziplodin jako ploch EFA

Autoři Klír a Kozlovská (2015) dále uvádějí, že meziplodiny jsou možností doplnění organické hmoty do půdy a ochrany půdy před vodní a větrnou erozí. Pro pěstování meziplodin je použit koeficient 0,3. Za porost meziplodin je považován porost vzniklý vyklíčením směsi z druhů rostlin uvedených v tabulce 23. Seznam možných druhů meziplodin je oproti seznamu meziplodin v agroenvironmentálním opatření v letech 2007 – 2013 rozšířen.

Pěstování meziplodin bylo podporováno především z důvodu ochrany zdrojů podzemních a povrchových vod před dusičnany. Změnou oproti minulému období je podpora meziplodin i jako zelného hnojení. Pro pěstování meziplodin v rámci EFA připadají tyto varianty:

- letní: směs meziplodin je vyseta nejpozději do 31. 7. Na pozemku musí být pěstována nejméně do 20. 9. Po té může být porost zapraven na zelené hnojení a po něm musí být na pozemku založen porost ozimé plodiny.
- ozimá: směs meziplodin je vyseta nejpozději 20. 9. Porost je zapraven jarní přípravou půdy (pokud není porost jařiny zakládán bezorebně do vzniklého mulče), nebo orbou. Zapravení tohoto porostu musí nastat nejdříve 1. 1. následujícího roku.
- podsev vhodných travních druhů z uvedeného seznamu (tabulka. 23) do jarní plodiny a porost meziplodiny zapravit nejdříve 1. 1 následujícího roku.

3.9 Popis druhů použitých v experimentální části

3.9.1 Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

V současnosti v ČR nejpěstovanější meziplodina, má poměrně levné a dostupné osivo. Patří do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*), při normálním průběhu zimy úplně vymrzá. Není náročná na půdní ani klimatické podmínky, dobře snáší i opožděný výsev v polovině září.

Rychle vzchází a dobře potlačuje plevely (Flohrová, 1998). Jsou vyšlechtěny odrůdy se zvýšeným obsahem glukosinulátů, díky kterým se na pozemku redukuje výskyt hád'átek (zejména hád'átka řepného) (Podrábský, 2012; Eßer and v. Look, 2011). Je rostlinou dlouhého dne a v případě brzkého výsevu rychle přechází do generativní fáze, zakvétá a netvoří již mnoho biomasy. Jako meziplodina se vysévá do hloubky 2 - 3 cm, v množství 15 – 20 kg.ha⁻¹ (Vach a kol., 2009; MZe, 2012a).

3.9.2 Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Svazenka patří do čeledi stružkovcovité (*Hydrophylaceae*), není tedy příbuzná se žádnou z našich pěstovaných kulturních rostlin a nepřenáší se tak na ní škůdci a choroby z běžných plodin. Má velice rychlý růst a vývoj, v teplejších oblastech snáší i pozdní setí v polovině září (Vach a kol., 2009). Snáší dobře sucho a podzimní mrazy až do -7 °C. Je bohatě olistěná a dobře potlačuje plevely a výdrol. Působením mrazů se během zimy rozpadne na mulč a spolu se zbytky svazčitých kořenů výborně chrání půdu před vodní a větrnou erozí až do letního období. Vysévá se v množství 12 – 15 kg.ha⁻¹ (MZe, 2012a), do hloubky 1 – 2 cm, nejlépe do konce srpna (Flohrová, 1998; Brant a kol., 2008).

3.9.3 Sléz krmný (*Malva verticillata* L.)

Sléz krmný (syn. přeslenitý) má bohatě olistěnou nepoléhavou lodyhu, v hustém porostu se nerozvětjuje. V příznivých vláhových poměrech vytváří velké množství biomasy, rostliny dorůstají výšky až 2,5 m. Je citlivý na nedostatek srážek. Petříková (2005) uvádí, že počáteční vývoj je rychlý a sléz dobře konkuruje plevelům, ale jiní autoři jako je například Vach a kol. (2009) uvádějí, že počáteční vývoj je pomalejší, čímž je i nižší konkurenční schopnost. Nejedná se o neznámou plodinu, v České republice byla již v roce 1993 zaregistrována odrůda Dolina. Jako krmná a energetická plodina se vysévá od konce dubna až do začátku července, v množství 8 – 12 kg.ha⁻¹. Jako meziplodina se vysévá do konce srpna, v množství 30 kg.ha⁻¹ (MZe, 2012a), do hloubky 1 – 2 cm (Vach a kol., 2009).



Obr. 6: Jedna z kontrolních rostlin slézu vysetých v polovině května. V době focení, v polovině září, byla u ní naměřena výška 227 cm (osobní archiv)

3.9.4 Mastňák habešský (*Guizotia abyssinica*)

Mastňák habešský nebyl dotovanou meziplodinou v rámci skončených AEO. Nově je od roku 2015 zařazen na seznam povolených meziplodin do směsí pro vytvoření ploch v ekologickém zájmu v rámci plnění greeningu. V České republice se dosud pokusně používal jako zdroj organické hmoty ve chmelnicích (Ježek a kol., 2012). Mastňák habešský je rostlina z čeledi hvězdnicovitých, původem z Etiopie (další názvy jsou mastňák etiopský, guizotie olejná a ramtila habešská), kde se z jeho nažek lisuje olej nebo se uplatní jako součást směsek pro ptáky. Dále je možné se s ním setkat v oblasti blízkého východu a v oblasti Indie, kde tvoří spíše minoritní plodinu (Ramadan and Mörsel, 2002). V oblasti Evropy se pro produkci nažek používá jen okrajově, zatím zejména na pokusných plochách. V západní Evropě je používán jako komponenta směsí meziplodin pro speciální účely, například protierozní působení, prokořenění orniční vrstvy atd. Mastňák vykazuje pomalejší růst, vyvrhá při teplotě 0 °C, měl by být vyset do poloviny července v množství 8 – 10 kg.ha⁻¹ (Ježek a kol., 2012).

4 Experimentální část

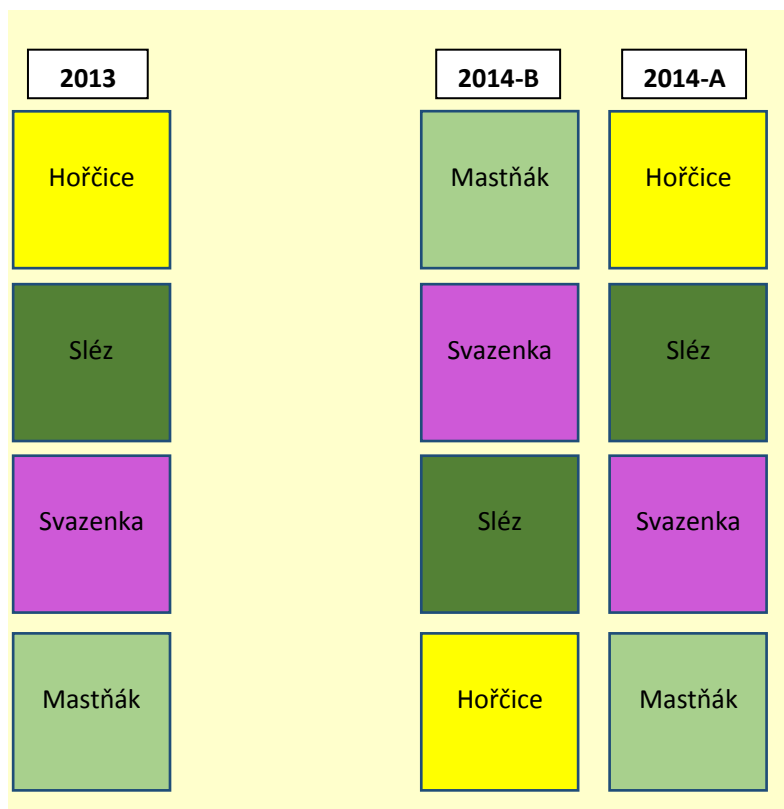
4.1 Materiál a metody

V maloparcelkovém pokusu byl v letech 2013 a 2014 sledován u čtyř vybraných meziplodin nárůst nadzemní a kořenové biomasy a obsah živin v biomase. Byly zvoleny druhy: hořčice bílá (*Sinapis alba* L.), svazenka vratičolistá (*Facelia tanacetipholia* Benth.), sléz krmný (*Malva verticillata*) a mastňák habešský (*Guizotia abyssinica*). Osivo meziplodin zajistila katedra rostlinné výroby. V roce 2013 byl proveden jeden výsev v termínu 5. 8., v roce 2014 byly provedeny dva výsevy, a to v termínech 1. 7. a 15. 8. Velikost jednotlivých parcelek byla vždy 3 m². Rozvržení meziplodin v jednotlivých variantách zobrazuje obrázek 7. Předplodinou pro všechny varianty byly rané brambory. Vysévané množství osiva bylo přepočteno podle doporučených výsevků pro dané plodiny, tzn. hořčice bílá 15 kg.ha⁻¹, svazenka vratičolistá 10 kg.ha⁻¹, sléz krmný 15 kg.ha⁻¹ a mastňák habešský 15 kg.ha⁻¹. Osivo bylo zapraveno do hloubky 1 – 1,5 cm a parcelky byly po výsevu uvaleny. Pro vzejití rostlin bylo provedeno částečné manuální odplevelení. Mezi jednotlivými parcelkami byly mezery o šíři 30 cm, které byly udržovány v bezplevelném stavu. U rostlin byl zaznamenán den vzejití, vytvoření prvních pravých listů, počátek kvetení a výška rostlin. U každé varianty byly provedeny tři odběry, vždy v termínech 30, 45 a 60 dní po založení porostu. Při každém odběru bylo odebráno cca 3 krát 10 rostlin. Po opatrném odstranění zeminy z kořenového balu, byly kořeny odděleny od nadzemních částí. Následně byly kořeny i nadzemní části zváženy, zhruba jedna třetina rostlin byla dále usušena pro stanovení sušiny. Usušené vzorky ze třetích odběrů byly na výzkumné stanici katedry rostlinné výroby ČZU v Praze rozdrnceny a homogenizovány, a takto připravené vzorky byly rozborovány v Oblastní zemědělské laboratoři v Postoloprtech. Při těchto rozborech byl stanoven obsah prvků v sušině kořenů a nadzemních částí.

Ve výsledcích jsou sledovány tyto ukazatele:

- počet dní od výsevu do vzejití prvních rostlin, plného vzejití a vytvoření prvního páru prvních listů, stav a výška rostlin v termínech odběrů
- tvorba čerstvé biomasy a sušiny kořenů
- tvorba čerstvé biomasy a sušiny nadzemních částí
- laboratorně stanovený obsah makroprvků (v %): N, P, K, Ca, Mg a S
- laboratorně stanovený obsah mikroprvků (v mg/kg): B, Zn, Mn, Cu, Fe a Mo

Pro statistické vyhodnocení dat byl použit statistický program Statistica 12 CZ. Hodnocení proběhlo analýzou rozptylu ANOVA, metodou nejmenších čtverců. Podrobnější vyhodnocení některých analýz bylo provedeno pomocí Tukeyova HSD testu. Data jsou testována při hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$.



Obrázek 7: Schéma rozvržení parcel

4.2 Agrometeorologická charakteristika stanoviště

Pokus byl založen v katastru města Plánice. Lokalita je řazena do bramborářské výrobní oblasti, podoblast B3. Klimatický region mírně teplý, vlhký. Podle Langova dešťového faktoru je oblast označena jako humidní. Průměrná roční teplota je 6,5°C, roční srážkový úhrn se pohybuje mezi 650 – 750 mm.

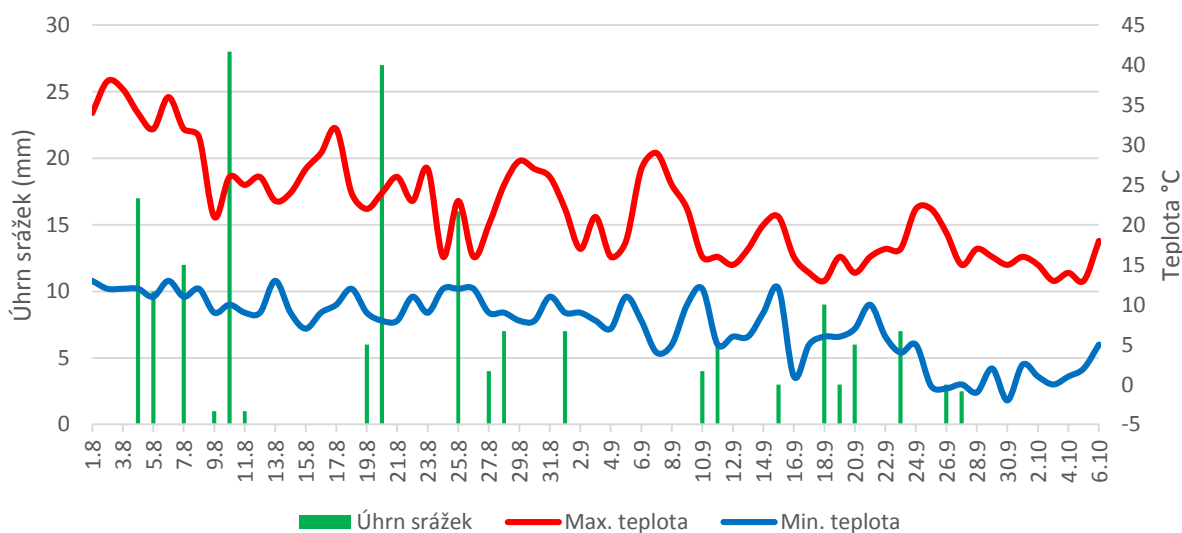
4.3 Průběh počasí

Meteorologická data jsou získána z poloprofesionální stanice v obci Číhaň, vzdálené od lokality pokusů 8 km. Srážkové úhrny byly porovnávány s vlastním měřením přímo u pozemku s pokusy. Případné další rozdíly jsou zmíněny v textu níže.

4.3.1 Rok 2013

Srpen 2013 je hodnocen jako srážkově nadprůměrný, v oblasti se vyskytovaly silné bouřky s přívalovými dešti, celkově v srpnu 2013 napršelo 129 mm srážek. Teploty v maximech dosahovaly hodnot okolo 32 °C, nejnižší teplota byla zaznamenána 15.8, kdy v ranních hodinách bylo 7 °C. Teplotně je srpen 2013 hodnocen jako mírně nadprůměrný. Naopak září 2013 bylo srážkově i teplotně průměrné. V tomto měsíci napršelo 51 mm srážek, které byly rozloženy do celého období. Teploty dosahovaly zpočátku měsíce denních maxim až 29 °C, ale po většinu měsíce nepřesahovaly hodnoty 25 °C. V poslední zářijové dekádě se začaly vyskytovat přízemní mrazy. Průběh teplot a množství srážek v tomto období zobrazuje graf 2.

Graf 2: Teploty a srážky v období 1.8. – 6.10.2013

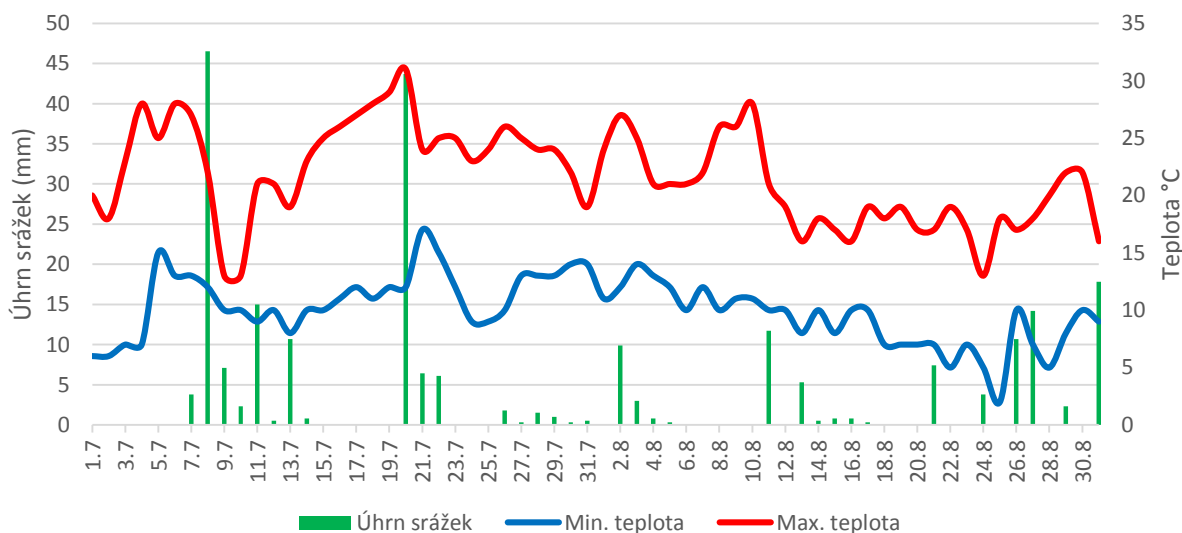


4.3.2 Rok 2014

Počátek července 2014 byl ve znamení teplot, které v denních maximech dosahovaly hodnot 28 °C. Srážkové úhrny byly prakticky zanedbatelné. Po přechodu studené fronty 7.7 se výrazně rozpršelo a zároveň ochladilo. V následujících 7 dnech napršelo téměř 85 mm

a maximální denní teploty nepřekročily 20 °C. Po tomto období se ráz počasí začal opět přibližovat k červencovým průměrům. Ovšem i tento trend byl přerušen příchodem frontální vlny, která přinesla další významné srážkové úhrny (56 mm) a denní maxima spadly z hodnot 30 °C na hodnoty okolo 23 °C a po zbytek července teploty klesaly. Během první srpnové dekády teploty začaly růst a srážky nebyli nijak extrémní. Naopak zbylé dvě srpnové dekády byly ve znamení nízkých teplot (většinou pod 20 °C) a častých přeháněk. Červenec je hodnocen jako teplotně průměrný a srážkově vysoce nadprůměrný (148 mm srážek), srpen je hodnocen jako teplotně podprůměrný a srážkově nadprůměrný průměrný (90 mm srážek). Průběh teplot a množství srážek v tomto období zobrazuje graf 3.

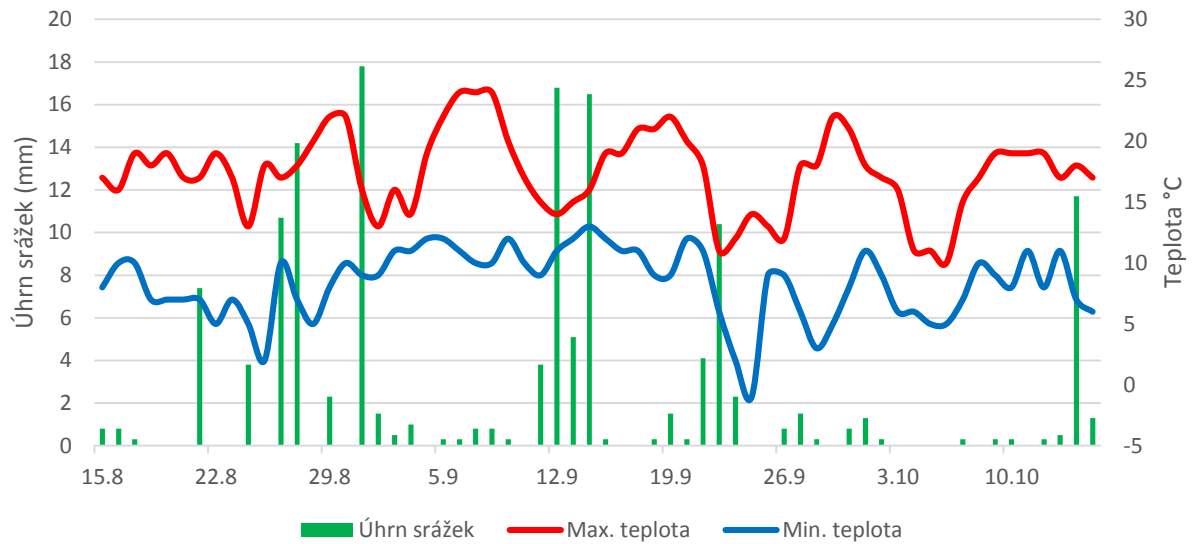
Graf 3: Teploty a srážky v období 1.7. – 31.8.2014



Počátek září 2014 byl ve znamení teplot okolo 24 °C a minimálních srážek. Změna nastala 11. září, kdy dorazily výrazné srážky. Denní teplotní maxima se propadly k 15 °C. Přes mírné zlepšení v průběhu druhé zářijové dekády se celkově ráz počasí začal výrazně měnit až na konci měsíce, kdy srážky zcela ustaly a teploty se pohybovaly okolo hodnoty 20 °C. Tento ráz počasí pokračoval prakticky až do poloviny října 2014. Srážkové úhrny byly v tomto období zanedbatelné, denní maximální teploty kolísaly od 10 °C do 20 °C. Ještě důležitější jsou ale hodnoty denní minimálních teplot, které se vyjma jediného dne (v lokalitě pozemku s pokusy byla i v tento den teplota v kladných hodnotách), nedostaly pod hodnotu 0 °C. Za celé období 15. 8 – 15. 10 byl v lokalitě pokusu zaznamenán jediný (slabý) přízemní mráz, a to ve dne 25. 8. Září 2014 je hodnoceno jako teplotně průměrné, srážkově

nadprůměrné (70 mm srážek). První polovina října je hodnocena jako teplotně nadprůměrná a srážkově podprůměrná. Průběh teplot a množství srážek v tomto období zobrazuje graf 4.

Graf 4: Teploty a srážky v období 15.8 – 15.10.2014



4.4 Výsledky

V této kapitole jsou uvedeny výsledky pokusů v letech 2013 a 2014.

4.4.1 Popis růstu meziplodin v jednotlivých variantách

4.4.1.1 Varianta 2013

Pozorované hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Růst meziplodin – var. 2013

Meziplodina	Dny po výsevu			Výška / stav rostlin		
	První rostliny	Vzejití	První pravé listy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
Hořčice	3	5	13	23 cm	35 cm, butonizace	55 cm, kvetení
Svazenka	4	6	14	15 cm	18 cm	30 cm butonizace
Sléz	5	8	14	12 cm	16 cm	20 cm
Mastňák	7	9	16	10 cm	22 cm	30 cm

- Rostliny hořčice rychle vzešly, 3 dny po výsevu se objevily první rostliny, za další dva dny byla vzešlá většina vysetých semen. Vzcházení bylo rovnoměrné, díky deštivému období rostliny nijak netrpěly suchem a 13 dní po výsevu byl u většiny rostlin rozvinutý první pár pravých listů. V době druhého odběru vzorků – 45 dní po výsevu byly rostliny ve fázi butonizace, rostliny byly poměrně nízké, odebrané vzorky měřily na výšku v průměru 35 cm. Při posledním odběru 60 dní po výsevu byla naměřena výška 55 cm, v této době byla již většina rostlin vykvetlá.
- Svazenka vrtičolistá začala vzcházet 4 dny po výsevu, za 6 dní byla vzešlá většina rostlin. První pravé listy byly u většiny rostlin rozvinuty 14 dní po výsevu. Svazenka vytvořila nízký, ale bujný porost dobře pokrývající povrch půdy. 60 dní po výsevu měřily odebírané rostliny 30 cm a zhruba $\frac{3}{4}$ rostlin byly ve fázi butonizace.
- Sléz krmný plně vzešel 8 dní po výsevu, první pravé listy byly zjištěny 4 dní po výsevu. Sléz rostlin podobně jako svazenka, vytvořil nízký, ale dobře zapojený porost.

Ze všech meziplodin byly rostliny slézu 60 dní po výsevu nejnižší – v průměru 20 cm. U rostlin nebyly pozorovány náznaky tvorby pupat.

- Mastňák habešský vzcházet ze všech meziplodin nejpomaleji, většina rostlin vzešla až 9 dní po výsevu, pravé listy se objevily až 16 dní po výsevu. Porost musel být dvakrát manuálně odplevelen, protože jeho růst byl velmi pomalý. Mastňák nejcitlivěji reagoval na nízké ranní teploty v průběhu září. Rostliny byly stresované, některé rostliny měly špatný habitus, byly často jen slabě olistěny. Mastňák vytvořil 60 dní po výsevu porost vysoký v průměru 30 cm, ale tento porost byl velmi řídký a v rámci parcelky nevyrovnaný.

4.4.1.2 Varianta 2014-A

Pozorované hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Růst meziplodin – var. 2014-A

Meziplodina	Dny po výsevu			Výška / stav rostlin		
	První rostliny	Vzejití	První pravé listy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
Hořčice	4	7	13	85 cm, butonizace 2/3 rostlin	135 cm kvetení	175 cm kvetení
Svazenka	5	7	15	25 cm	40 cm butonizace	98 cm kvetení
Sléz	6	7	15	30 cm	85 cm	135 cm, butonizace
Mastňák	7	8	16	20 cm	55 cm	90 cm

- Hořčice bílá začala vzcházet 4 dny po výsevu, plně vzešla po prvním dešti 7 dní po výsevu. První pravé listy byly vyvinuty 13 dní po výsevu. Po té následoval bujný dlouhivý růst, hořčice přešla do generativní fáze, již 30 dní po výsevu měly rostliny průměrnou výšku 85 cm a zhruba 2/3 porostu byla ve fázi butonizace. Toto tempo růstu pokračovalo, 45 dní po výsevu byla naměřena průměrná výška 135 cm a porost kvetl. V době posledního odběru 60 dní po výsevu byla dosažena výška 175 cm, porost kvetl v horním patře, spodní patro bylo již odkvetlé.

- Svazenka vratičolistá plně vzešla shodně jako hořčice, pravé listy se vytvořily 15 dní po výsevu. Během 30 dnů vytvořila kompaktní porost vysoký v průměru 25 cm. 45 dní po výsevu dosáhly rostliny průměrné výšky 40 cm. Za dalších 15 dní byla dosažena průměrná výška 98 cm a většina rostlin kvetla.
- Sléz krmný začal vzcházet 6 dní po výsevu, rostliny vzešly prakticky naráz, pravé listy se vyvinuly 15 dní po výsevu. Stejně jako svazenka vytvořil sléz kompaktní porost, mezi prvním a druhým odběrem začal sléz bujně růst, 45 dní po výsevu byla naměřena průměrná výška 85 cm, 60 dní po výsevu průměrná výška 135 cm. V této době byly na části rostlin zaznamenány poupata.
- Mastňák habešský vzcházel z použitých meziplodin nejpomaleji, k plnému vzejití došlo 8 dní po výsevu. První pravé listy se vytvořily až 16 dní po výsevu. Porost mastňáku byl vyrovnaný, rostliny byly dobře olistěny, mezi jednotlivými odběry byly přírůstky biomasy pravidelné, rostliny do generativní fáze nepřešly. 60 dní po výsevu byla naměřena průměrná výška rostlin 90 cm.

4.4.1.3 Varianta 2014-B

Pozorované hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Růst meziplodin – var. 2014-B

Meziplodina	Dny po výsevu			Výška / stav rostlin		
	První rostliny	Vzejití	První pravé listy	1. odběr	2. odběr	3. odběr
Hořčice	3	5	9	45 cm	95 cm	120 cm, butonizace
Svazenka	5	6	13	15 cm	50 cm	75 cm
Sléz	5	8	14	15 cm	27 cm	38 cm
Mastňák	7	9	19	8 cm	14 cm	25 cm

- Také při druhém výsevu v roce 2014 vzešla hořčice z použitých meziplodin nejrychleji. 5 dní po výsevu byla vzešlá většina rostlin. Pravé listy se vytvořily 9 dní po výsevu. Hořčice vytvořila rovnoměrný porost s pravidelnými přírůstky biomasy. 60 dní po výsevu rostliny dosáhly průměrné výšky 120 cm, zhruba jedna polovina rostlin měla vytvořena poupata.

- Rychlé vzcházení se projevilo opět také u svazenky. Většina rostlin vzešla za 6 dní, 13 po výsevu byly vytvořeny pravé listy. Také vytvořila rovnoměrný porost s pravidelným přírůstkem biomasy. U svazenky nebylo zaznamenáno kvetení. Při posledním odběru měla svazenka průměrnou výšku 75 cm.
- Sléz krmný vzcházel obdobně jako při předešlých výsevech. Porost byl rovnoměrný, ale rostliny byly slabší a nižší, průměrná výška rostlin slézu po 60 dnech růstu byla 38 cm.
- Mastňák habešský vzcházel ze všech meziplodin nejpomaleji. 10 dní po výsevu se ranní minima ve 2 m nad zemí pohybovala okolo 1,5 °C. Tato teplota způsobila rostlinám mastňáku stres, rostliny na několik dní přestaly růst, byly nažloutlé. V době prvního odběru byla naměřena průměrná výška jen 8 cm a rostliny měly vytvořeny jen dva páry pravých listů. Příznivé počasí v průběhu září a absence přízemních mrazů umožnilo rostlinám tento stres překonat a pokračovat v růstu. I přesto byl porost velmi řídký a nevyrovnaný. Porost musel být ručně odplevelen. Výška rostlin 60 dní po výsevu byla v průměru 25 cm.

4.4.2 Produkční ukazatelé

4.4.2.1 Produkce kořenové biomasy

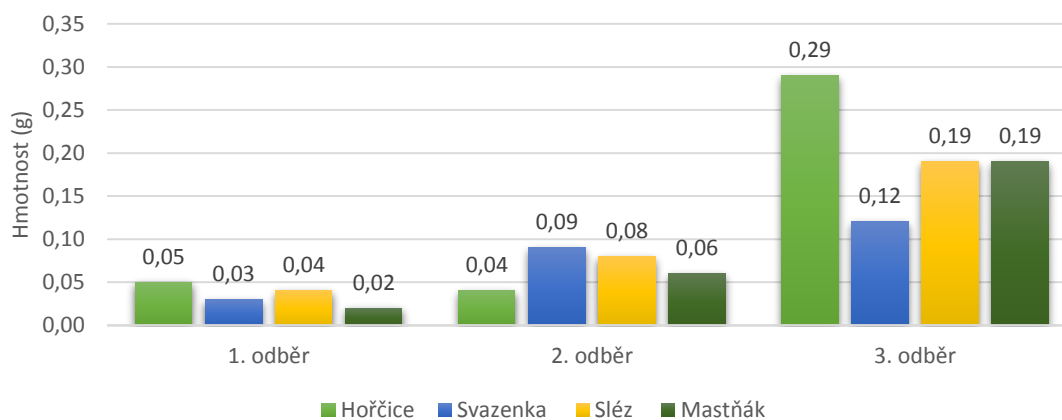
4.4.2.1.1 Varianta 2013

Produkcí biomasy kořenů ve variantě 2013 zobrazuje tabulka 7. Při prvním odběru byla nejvyšší průměrná hmotnost kořenů naměřena u hořčice bílé. Na jednu rostlinu připadala čerstvá hmotnost kořene 0,33 g, o sušinu 14 %, tedy průměrná hmotnost suchého kořene byla 0,05 g. Při druhém odběru dosáhla nejvyšší hodnoty svazenka vratičolistá, čerstvá biomasa kořenů vážila v průměru 0,62 g, sušina 0,09 g, sušina byla stanovena na 15 %. Při třetím odběru byl v produkci čerstvé biomasy nejvýkonnější mastňák habešský, který dosáhl průměrné hodnoty 1,32 g na rostlinu. U mastňáku byla stanovena sušina 15 %, takže suchá hmota kořene mastňáku vážila 0,19 g. U hořčice bílé byla stanovena sušina 24 %, nejvyšší ze sledovaných plodin. V průměru dosáhla hodnoty 1,2 g čerstvé hmoty a 0,29 g suché hmoty kořene na 1 rostlinu. Produkci sušiny a čerstvé hmoty kořenů ve variantě 2013 zobrazují grafy 5 a 6. Mezi jednotlivými meziplodinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenové hmoty (v sušině) zobrazuje graf 7, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 24 v příloze.

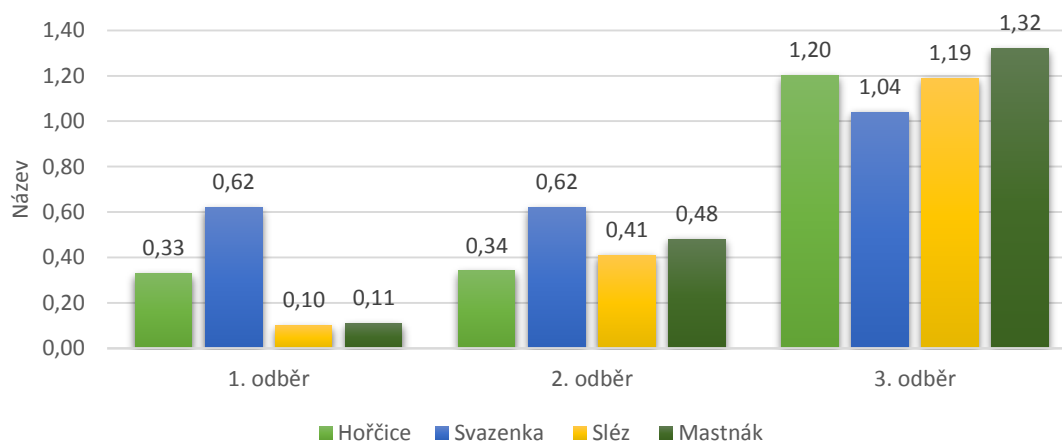
Tabulka 7: Produkce kořenové biomasy – var. 2013

Meziplodina	Odběr	Čerstvá hmotnost kořenů (g)	Suchá hmotnost kořenů (g)	Sušina kořenů (%)
Hořčice	1	0,33	0,05	14%
	2	0,34	0,04	11%
	3	1,20	0,29	24%
Svazenka	1	0,15	0,03	23%
	2	0,62	0,09	15%
	3	1,04	0,12	12%
Sléz	1	0,10	0,04	39%
	2	0,41	0,08	21%
	3	1,19	0,19	16%
Mastňák	1	0,11	0,02	14%
	2	0,48	0,06	13%
	3	1,32	0,19	15%

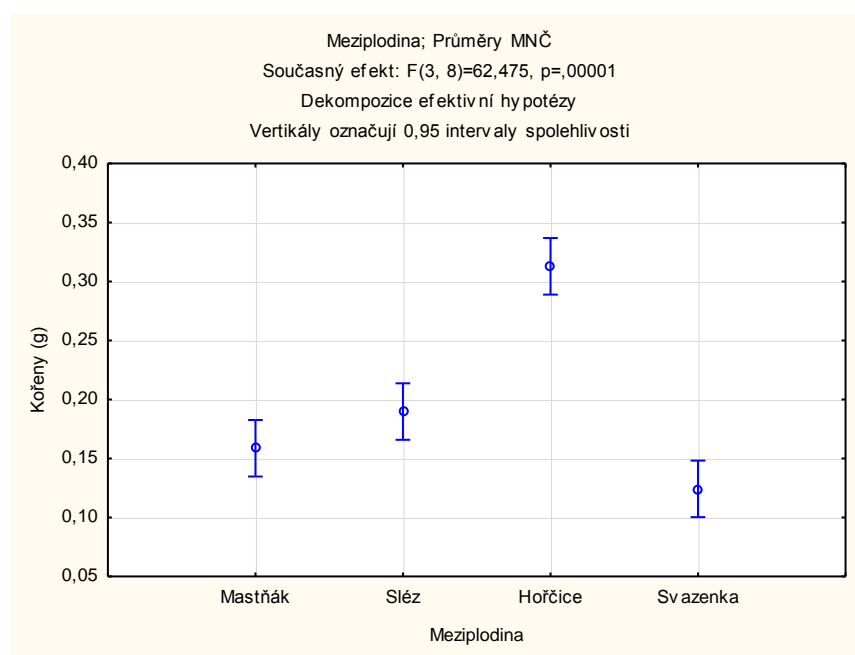
Graf 5: Produkce sušiny kořenů (g) – var. 2013



Graf 6: Produkce čerstvé hmoty kořenů (g) – var. 2013



Graf 7: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene (g) – var. 2013, 60 dní po výsevu



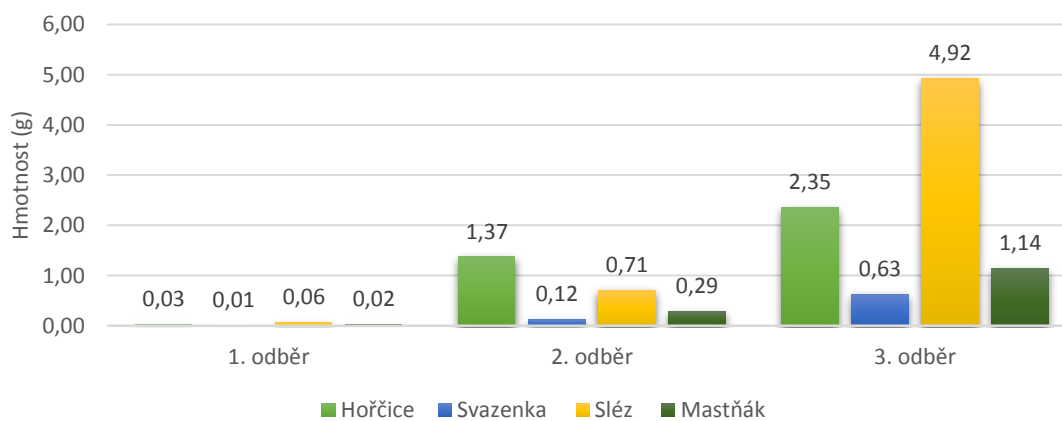
4.4.2.1.2 Varianta 2014-A

Produkcí biomasy kořenů ve variantě 2014-A zobrazuje tabulka 8. V této variantě dosáhla při prvním odběru nejvyšší hodnoty 0,83 g čerstvé hmoty hořčice bílá při sušině 4 %, čerstvá biomasa kořene slézu krmného měla hodnotu 0,51 g, ale při sušině 12 %, takže suchá hmota jedné rostliny slézu krmného vážila v průměru 0,06 g. Při druhém odběru byla nejvyšší hodnota čerstvé i suché biomasy kořene naměřena u hořčice bílé. Kořen v čerstvém stavu v průměru vážil 6,21 g, v usušeném stavu 1,37 g, sušina byla stanovena na 22 %. Při třetím odběru byly u slézu krmného naměřeny výrazně vyšší hodnoty čerstvé biomasy kořene (1 kořen vážil v průměru 41,34 g) při sušině 12 %, tudíž v suchém stavu kořen vážil 4,92 g. V této variantě se jako nejméně produktivní ve všech odběrech ukázala svazenka vratičolistá, při třetím odběru průměrný kořen svazenky vážil v suchém stavu 0,63 g (při sušině 14 %). Produkci sušiny a čerstvé hmoty kořenů ve variantě 2014-A zobrazují grafy 8 a 9. Mezi jednotlivými meziplodinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenné hmoty (v sušině) zobrazuje graf 10, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 26 v příloze.

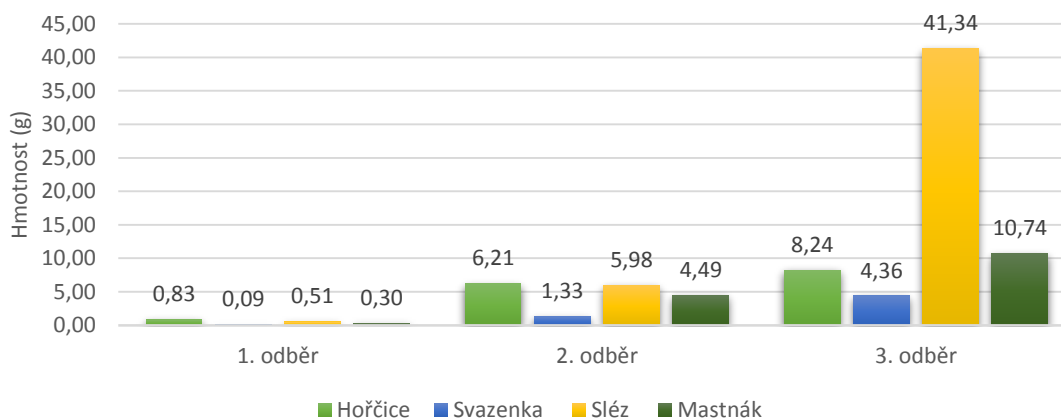
Tabulka 8: Produkce kořenové biomasy – var. 2014-A

Meziplodina	Odběr	Čerstvá hmota kořenů (g)	Suchá hmota kořenů (g)	Sušina kořenů (%)
Hořčice	1	0,83	0,03	4%
	2	6,21	1,37	22%
	3	8,24	2,35	29%
Svazenka	1	0,09	0,01	11%
	2	1,33	0,12	9%
	3	4,36	0,63	14%
Sléz	1	0,51	0,06	12%
	2	5,98	0,71	12%
	3	41,34	4,92	12%
Mastňák	1	0,30	0,02	6%
	2	4,49	0,29	6%
	3	10,74	1,14	11%

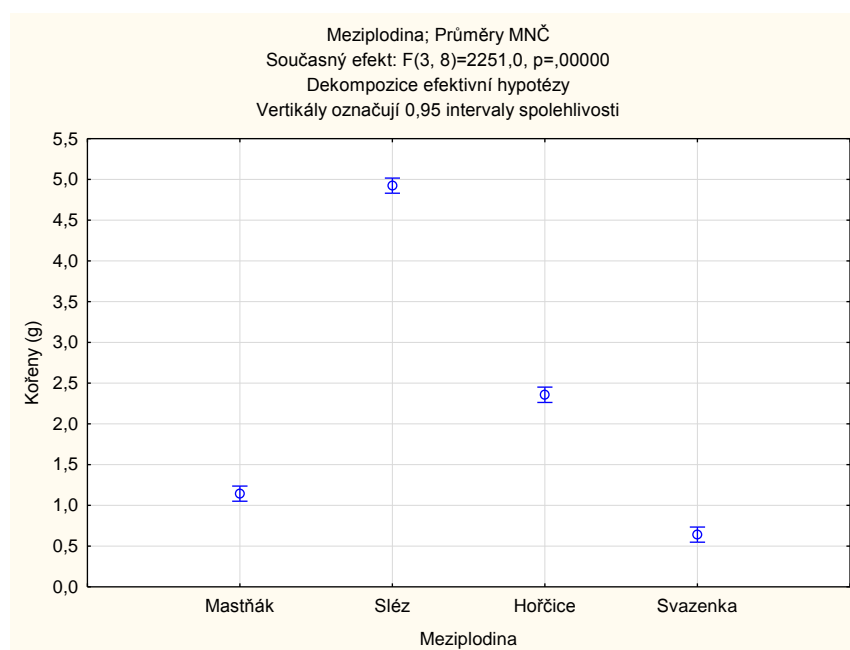
Graf 8: Produkce sušiny kořenů (g) – var. 2014-A



Graf 9: Produkce čerstvé hmoty kořenů (g) – var. 2014-A



Graf 10: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene (g) – var. 2014-A, 60 dní po výsevu



4.4.2.1.3 Varianta 2014-B

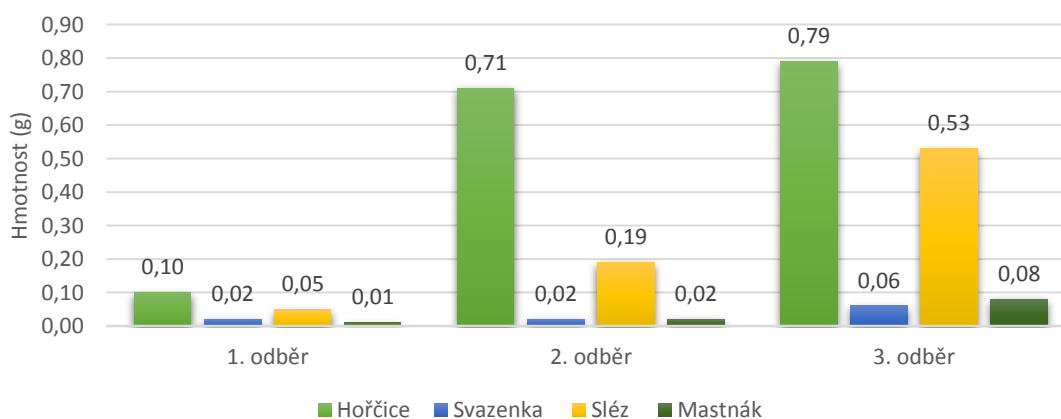
Produkci biomasy kořenů ve variantě 2014-B zobrazuje tabulka 9. Hořčice bílá dosáhla při prvním odběru průměrné hmotnosti vysušeného 1 kořene 0,10 g, sušina kořenů byla stanovena na 33 %. Sléz krmný dosáhl nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy kořenů (0,53 g), ale měl sušinu kořenů 10 %. Při druhém odběru byla nejproduktivnější opět hořčice bílá, tentokrát v produkci čerstvé i suché kořenové biomasy. Průměrný kořen hořčice vážil 4,42 g v čerstvém stavu, 0,71 g vysušený. Také při třetím odběru dosáhla nejvyšší hodnoty suché biomasy kořenu hořčice bílá (0,79 g), sušina byla stanovena 20 %, v čerstvém stavu kořen vážil v průměru 4,02 g. Čerstvé kořeny slézu vážily v průměru 6,16 g, ale při sušině 9 %,

takže vysušený kořen vážil v průměru 0,53 g. Také v této variantě byly nejnižší hodnoty neměřeny u svazenky vratičolisté. (0,49 g v čerstvém stavu, 0,06 g vysušené). Produkci sušiny a čerstvé hmoty kořenů ve variantě 2014-B zobrazují grafy 11 a 12. Mezi jednotlivými meziplodinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenové hmoty (v sušině) zobrazuje graf 13, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 28 v příloze.

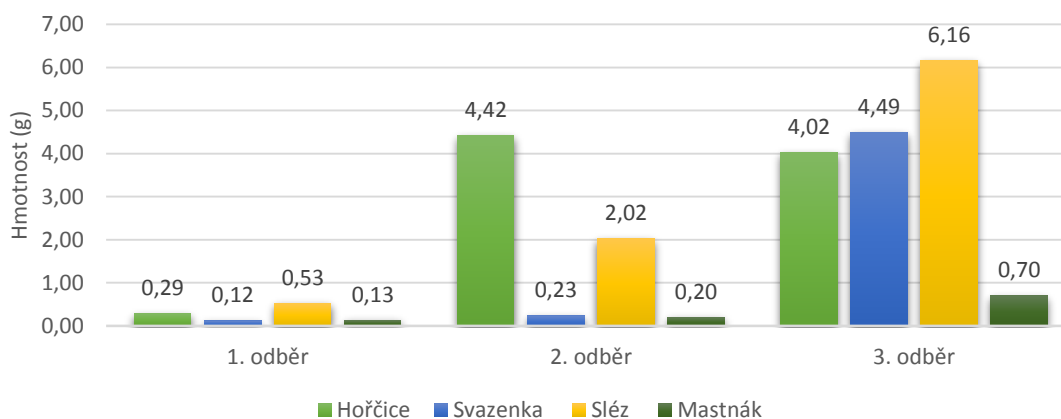
Tabulka 9: Produkce kořenové biomasy – var. 2014-B

Meziplodina	Odběr	Čerstvá hmotnost kořenů (g)	Suchá hmotnost kořenů (g)	Sušina kořenů (%)
Hořčice	1	0,29	0,10	33%
	2	4,42	0,71	16%
	3	4,02	0,79	20%
Svazenka	1	0,12	0,02	13%
	2	0,23	0,02	6%
	3	0,49	0,06	11%
Sléz	1	0,53	0,05	10%
	2	2,02	0,19	10%
	3	6,16	0,53	9%
Mastnák	1	0,13	0,01	4%
	2	0,20	0,02	9%
	3	0,70	0,08	12%

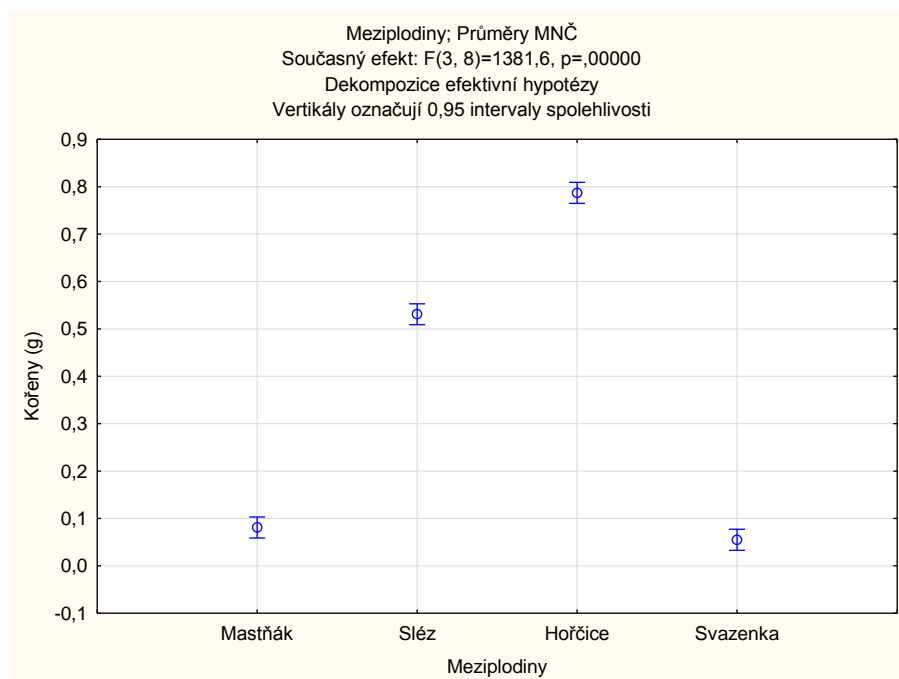
Graf 11: Produkce sušiny kořenů (g) – var. 2014-B



Graf 12: Produkce čerstvé hmoty kořenů (g) – var. 2014-B



Graf 13: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene (g) – var. 2014-B, 60 dní po výsevu



4.4.2.2 Produkce nadzemní biomasy

4.4.2.2.1 Varianta 2013

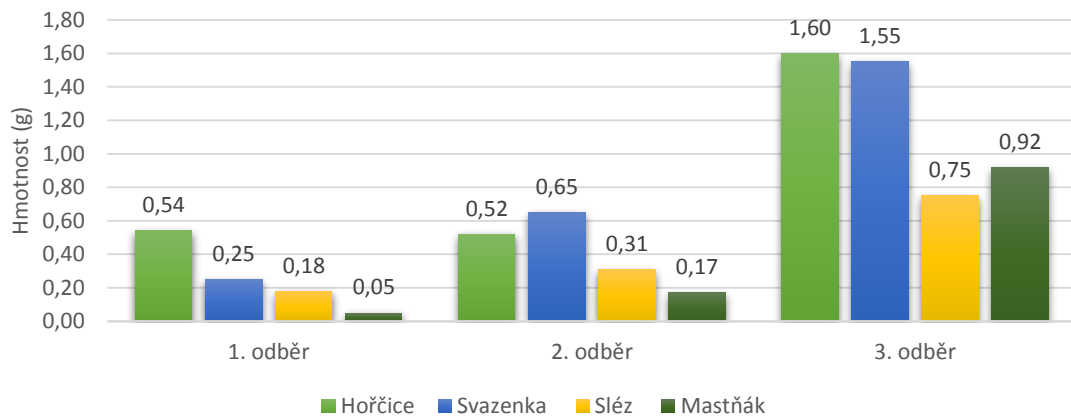
Produkci nadzemní biomasy ve variantě 2013 zobrazuje tabulka 10. V prvním odběru varianty 2013 dosáhla nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy i sušiny hořčice bílá. 1 rostlina v průměru vážila 3,71 g v čerstvém stavu, 0,54 g po vysušení (sušina 15 %). Při druhém odběru byla hořčice překonána svazenkou vratičolistou, která dosáhla průměrné hodnoty

1 rostliny 5,68 g v čerstvém stavu, 0,65 g v sušině. Svazenka dosáhla nejvyšší hodnoty čerstvé i při třetím odběru, kdy 1 rostlina vážila v průměru 15,02 g. Její sušina byla stanovena na 1,55 g (10 %). V produkci sušiny byla ale překonána hořčicí bílou, jejíž hodnota byla 1,6 g suché biomasy. V této variantě byl nejméně produktivní sléz krmný, který při třetím odběru dosáhl hodnoty 0,75 g sušiny. Produkci sušiny a čerstvé hmoty nadzemních částí ve variantě 2013 zobrazují grafy 14 a 15. Mezi jednotlivými meziploidinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenové hmoty (v sušině) zobrazuje graf 16, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 25 v příloze.

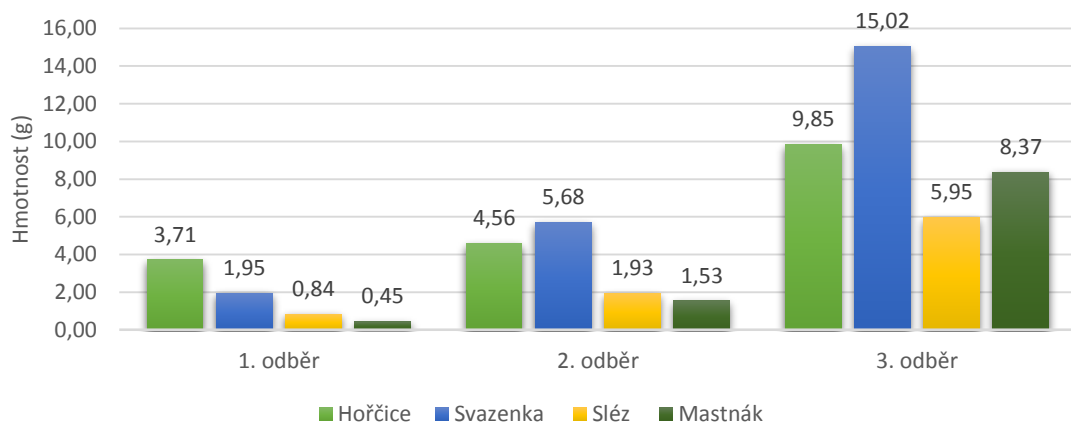
Tabulka 10: Produkce nadzemní biomasy – var. 2013

Meziploidina	Odběr	Čerstvá hmotá nadzemní části (g)	Suchá hmotá nadzemní hmoty (g)	Sušina nadzemní části (%)
Hořčice	1	3,71	0,54	15%
	2	4,56	0,52	11%
	3	9,85	1,60	16%
Svazenka	1	1,95	0,25	13%
	2	5,68	0,65	11%
	3	15,02	1,55	10%
Sléz	1	0,84	0,18	21%
	2	1,93	0,31	16%
	3	5,95	0,75	13%
Mastňák	1	0,45	0,05	12%
	2	1,53	0,17	11%
	3	8,37	0,92	11%

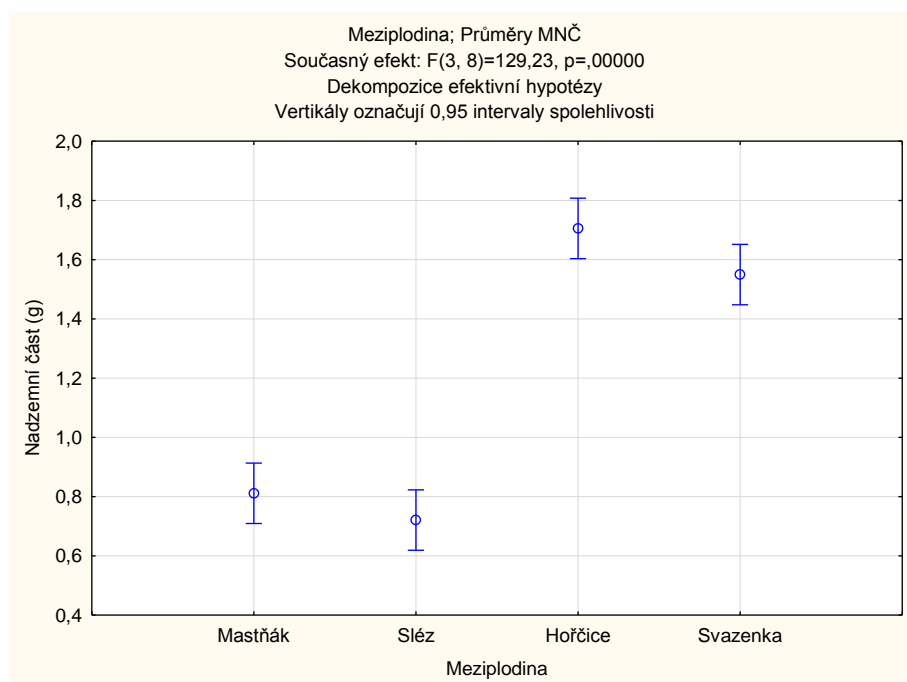
Graf 14: Produkce sušiny nadzemní hmoty (g) – var. 2013



Graf 15: Produkce čerstvé nadzemní hmoty (g) – var. 2013



Graf 16: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní hmoty (g) – var. 2013



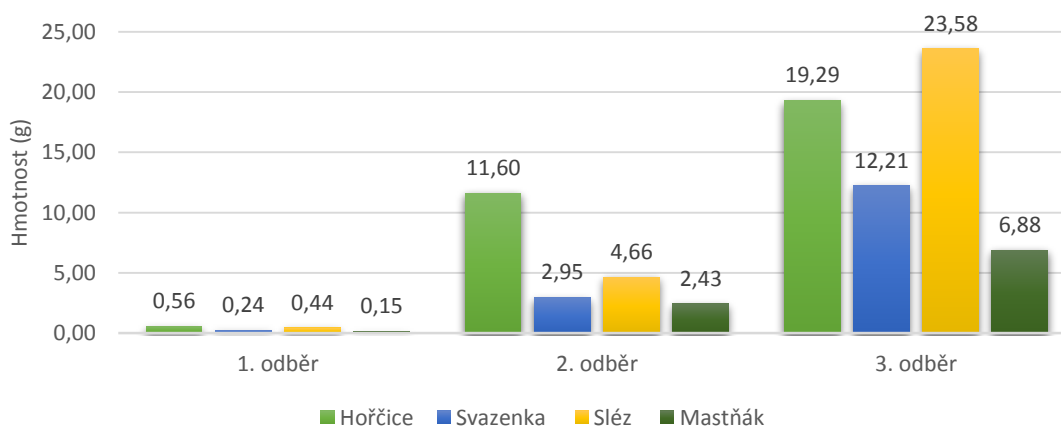
4.4.2.2.2 Varianta 2014-A

Produkci nadzemní biomasy ve variantě 2014-A zobrazuje tabulka 11. Při prvním odběru byly nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy (10,60 g) i sušiny (0,56 g) naměřeny u hořčice bílé. Při tom tomto odběru měla hořčice sušinu pouze 5 %. Hořčice bílá byla nejvýkonnější rovněž při druhém odběru, kdy bylo dosaženo hodnot 87,15 g čerstvé biomasy a 11,60 g sušiny (sušina 13 %). Při tomto odběru rostliny hořčice již kvetly, což se projevilo na postupném zpomalování nárůstu biomasy. Při třetím odběru byla hořčice v obou pozorovaných hodnotách překonána slézem krmným, který dosáhl hodnot 254,73 g čerstvé biomasy a 23,58 g sušiny (sušina 9 %). V této variantě byl nejméně výkonný mastňák habešský, který vyprodukoval při třetím odběru 94,78 g čerstvé biomasy a 6,88 g sušiny (sušina 7 %). Produkci sušiny a čerstvé hmoty nadzemních částí ve variantě 2014-A zobrazují grafy 17 a 18. Mezi jednotlivými meziplodinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenové hmoty (v sušině) zobrazuje graf 19, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 27 v příloze.

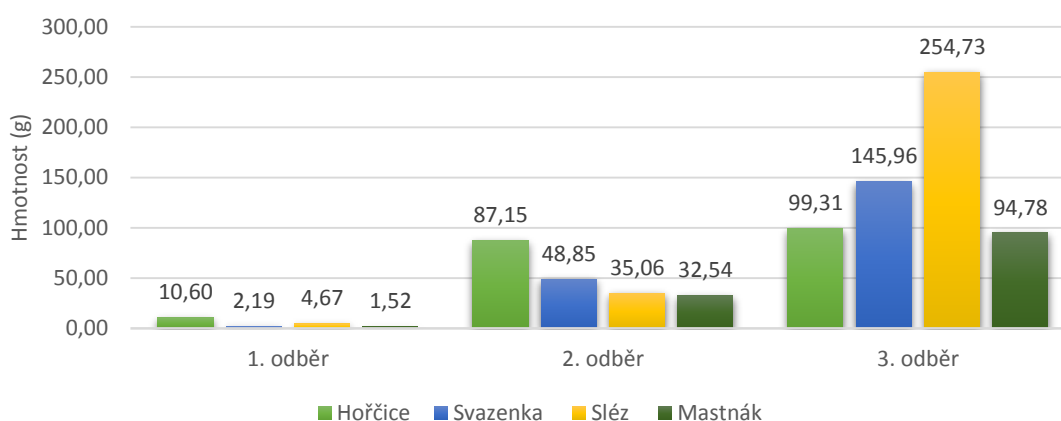
Tabulka 11: Produkce nadzemní biomasy – var. 2014-A

Meziplodina	Odběr	Čerstvá hmota nadzemní části (g)	Suchá hmota nadzemní hmoty (g)	Sušina nadzemní části (%)
Hořčice	1	10,60	0,56	5%
	2	87,15	11,60	13%
	3	99,31	19,29	19%
Svazenka	1	2,19	0,24	11%
	2	48,85	2,95	6%
	3	145,96	12,21	8%
Sléz	1	4,67	0,44	9%
	2	35,06	4,66	13%
	3	254,73	23,58	9%
Mastňák	1	1,52	0,15	10%
	2	32,54	2,43	7%
	3	94,78	6,88	7%

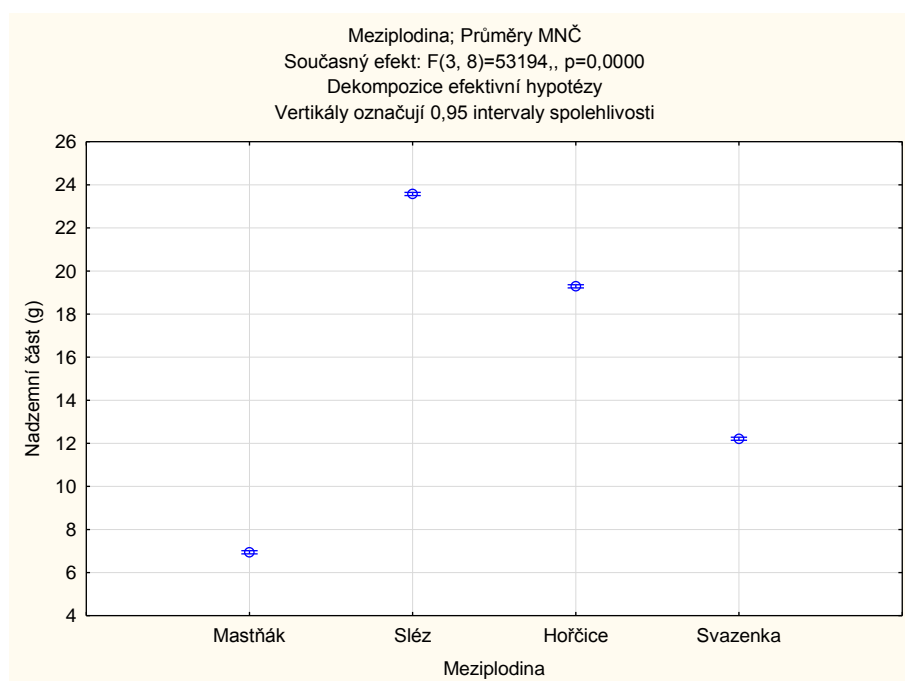
Graf 17: Produkce sušiny nadzemní hmoty (g) – var. 2014-A



Graf 18: Produkce čerstvé nadzemní hmoty (g) – var. 2014-A



Graf 19: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní hmoty (g) – varianta 2014-A



4.4.2.2.3 Varianta 2014-B

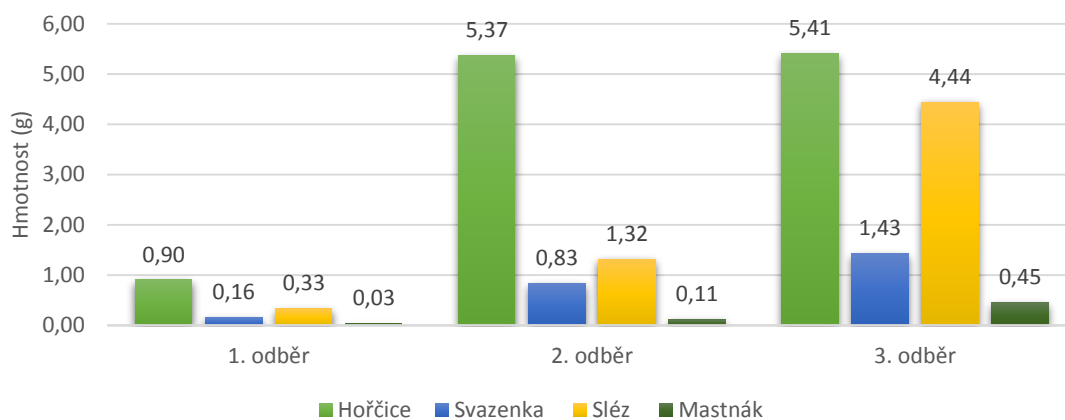
Produkci nadzemní biomasy ve variantě 2014-B zobrazuje tabulka 12. Také při této variantě byly nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy i sušiny naváženy u hořčice bílé a to jak při prvním, tak při druhém odběru. Při prvním odběru dosáhla hořčice hodnoty 5,27 g čerstvé biomasy a 0,90 g sušiny (sušina 17 %). Při druhém odběru to byly hodnoty 53,09 g čerstvé biomasy a 5,37 g sušiny (sušina 10 %). V produkci sušiny byla hořčice nejvýkonnější i při třetím odběru, kdy bylo naváženo 5,41 g (při sušině 13 %). Nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy ale dosáhl při třetím odběru sléz krmný, kdy bylo naváženo 53,89 g. Rostliny slézu měly sušinu 8 %. Rovněž v této variantě byl nejméně výkonný mastnák habešský, který dosáhl

hodnot při třetím odběru 4,31 g čerstvé biomasy a 0,45 g sušiny (sušina 10 %). Produkci sušiny a čerstvé hmoty nadzemních částí ve variantě 2014-A zobrazují grafy 20 a 21. Mezi jednotlivými meziploidinami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Toto vyhodnocení tvorby kořenové hmoty (v sušině) zobrazuje graf 22, podrobnější vyhodnocení je uvedeno v tabulce 29 v příloze.

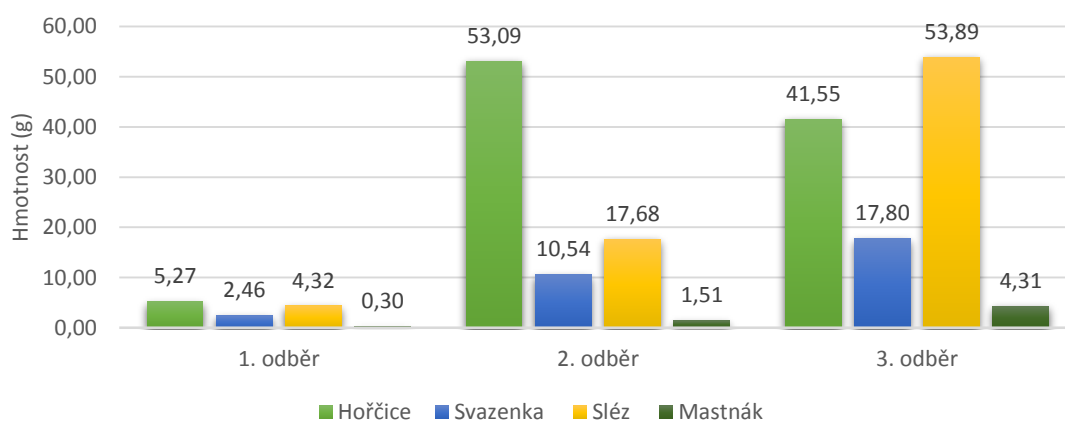
Tabulka 12: Produkce nadzemní biomasy – var. 2014-B

Meziploidina	Odběr	Čerstvá hmota nadzemní části (g)	Suchá hmota nadzemní hmoty (g)	Sušina nadzemní části (%)
Hořčice	1	5,27	0,90	17%
	2	53,09	5,37	10%
	3	41,55	5,41	13%
Svazenka	1	2,46	0,16	7%
	2	10,54	0,83	8%
	3	17,80	1,43	8%
Sléz	1	4,32	0,33	8%
	2	17,68	1,32	7%
	3	53,89	4,44	8%
Mastňák	1	0,30	0,03	9%
	2	1,51	0,11	8%
	3	4,31	0,45	10%

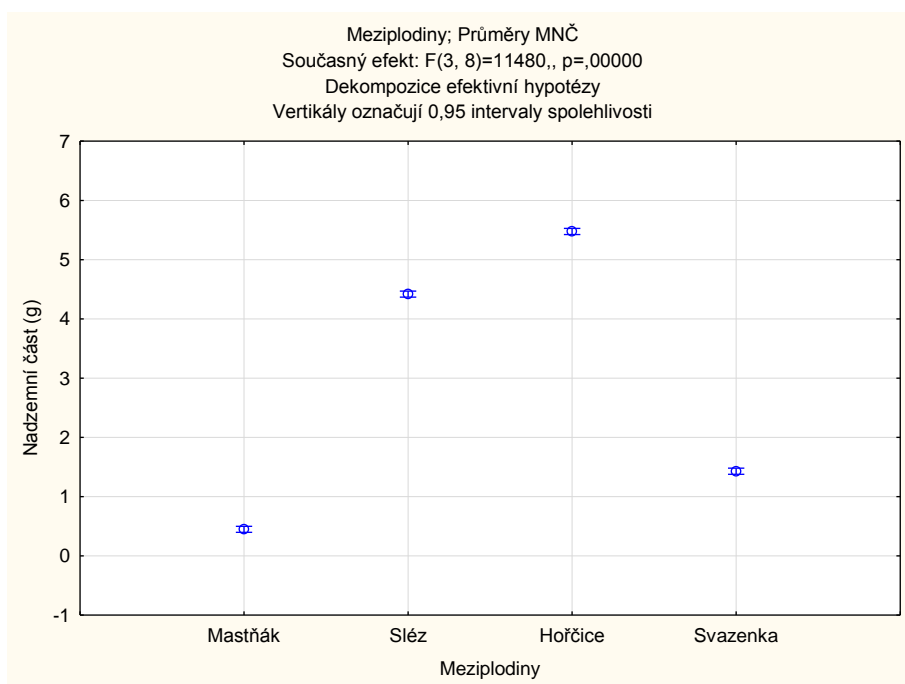
Graf 20: Produkce sušiny nadzemní hmoty ů (g) – var. 2014-B



Graf 21: Produkce čerstvé nadzemní hmoty (g) – var. 2014-B



Graf 22: Vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní hmoty (g) – varianta 2014-B



4.4.2.3 Zhodnocení tvorby biomasy a sušiny

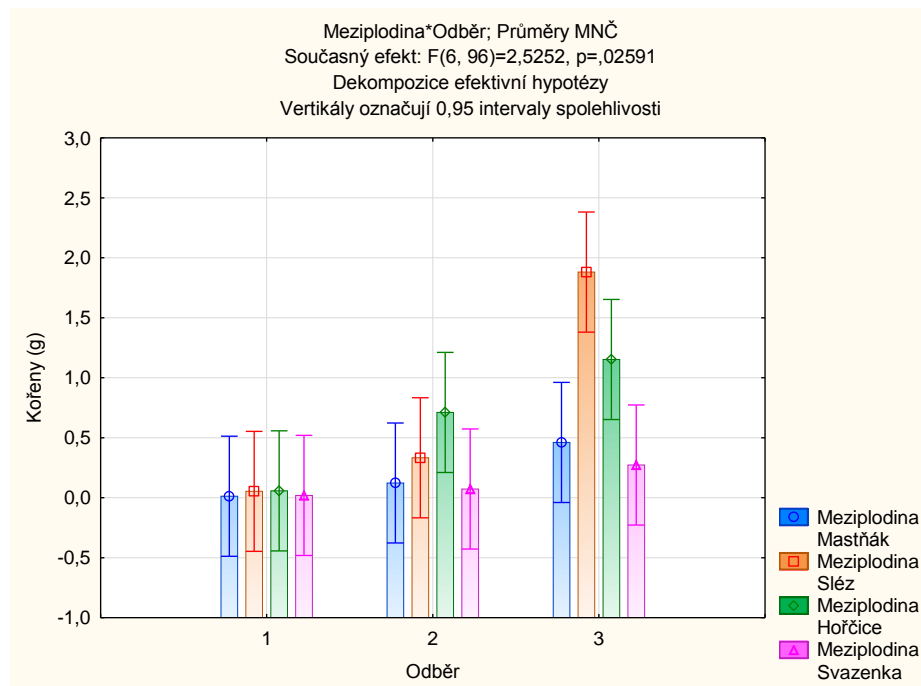
Na grafech 37 – 44 v příloze jsou uvedeny statistické vyhodnocení hmotnosti sušiny kořenů a nadzemních částí sledovaných meziplodin. Pro hodnocení byly použity hmotnosti navážené při třetích odběrech, následně přepočtené podle stanového % sušiny.

Z uvedených výsledků je patrný silný vliv varianty výsevu. Z grafů 37 – 44 je zřetelně vidět několika násobně vyšší produkce biomasy meziplodin vysetých na počátku července (var. 2014-A) oproti variantám založených v měsíci srpnu (var. 2013 a var. 2014-B). I přestože jsou obě srpnové varianty v produkci biomasy vyrovnanější, byly u všech meziplodin sledovány statisticky významné rozdíly v produkci nadzemní i kořenové biomasy. Podrobnější vyhodnocení jmenovaných grafů je uvedeno v tabulkách 30 – 37 v příloze.

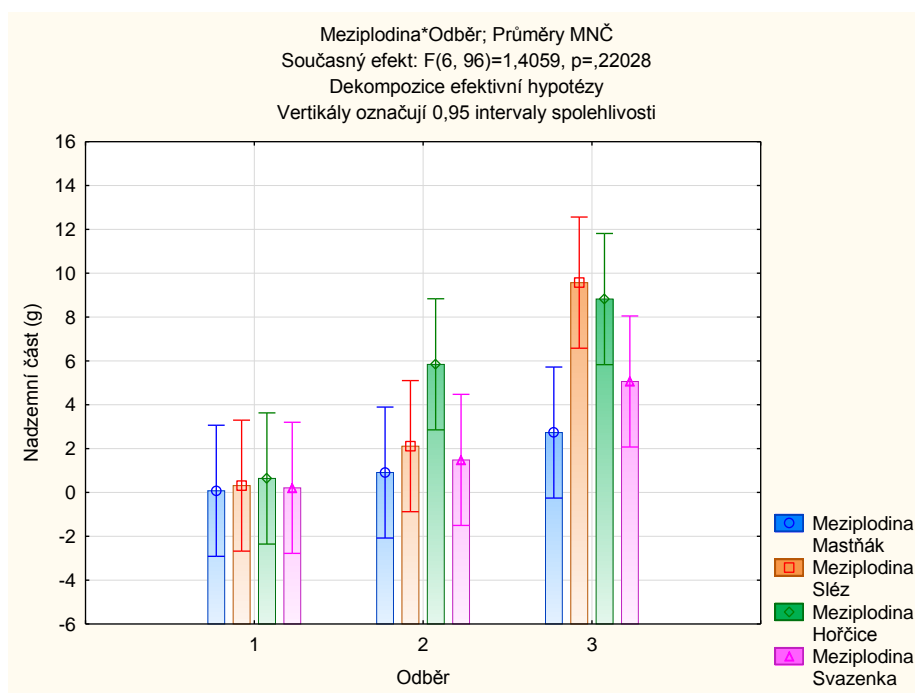
Na srpnových variantách výsevu (var. 2013 a var. 2014-B) je dobře pozorovatelná reakce jednotlivých meziplodin. Na dřívější výsev – 5.8 (var. 2013) lépe reagovaly nárůstem nadzemní i kořenové biomasy mastňák habešský a svazenka vrtičolistá. Naopak termín výsevu 15.8 (var. 2014-B) se projevil ve vyšší produkci kořenové i nadzemní hmoty u slézu krmného a hořčice bílé.

Při zprůměrování hodnot sušiny ze všech třech variant získáme výsledky uvedené v grafech 23; 24 a tabulce 13. Z těchto výsledků je patrné, že 30 dní po výsevu nejsou mezi jednotlivými meziploidinami významné rozdíly u kořenové ani nadzemní biomasy. Při druhém odběru 45 dní po výsevu byly nejvyšší hodnoty naměřeny u hořčice. Hořčice bílá ve dvou ze tří variant (2013, 2014-A) přešla do generativní fáze a vykvetla, což způsobilo snížení dynamiky tvorby sušiny. Přesto byla hořčice v průměru druhá nejvýkonnější i ve třetích termínech odběrů. Nejvýkonnější při těchto odběrech byl sléz krmný. Dále můžeme pozorovat kladnou korelaci mezi hmotností sušiny kořenů a nadzemních částí u hořčice bílé a slézu krmného. U svazenky vratičolisté a mastňáku habešského je toto naopak. Rozdíl je patrný při druhých a třetích odběrech. Zatím co ve tvorbě kořenové biomasy byl výkonnější mastňák, ve tvorbě nadzemní biomasy byla výkonnější svazenka.

Graf 23: Vliv termínu odběru na hmotnost sušiny kořenů – průměr variant



Graf 24: Vliv termínu odběru na hmotnost sušiny nadzemní části – průměr variant



Tabulka 13: Průměrná hmotnost všech variant sušiny kořenů a nadzemních částí

Meziplodina	Odběr	Kořeny (g)	Nadzemní hmota (g)
Mastňák	1	0,01	0,08
	2	0,12	0,91
	3	0,46	2,73
Sléz	1	0,05	0,31
	2	0,33	2,12
	3	1,88	9,57
Hořčice	1	0,06	0,64
	2	0,71	5,85
	3	1,15	8,82
Svazenka	1	0,02	0,21
	2	0,07	1,49
	3	0,27	5,06

4.4.3 Obsah živin

Obsah živin byl hodnocen u všech variant rostlin odebraných při třetích odběrech – 60. dnů po výsevu. Získané hodnoty obsahu makroprvků jsou uváděny v % v tabulkách 14 a 15, hodnoty obsahu mikroprvků jsou uváděny v ppm v tabulkách 16 a 17. Statistické vyhodnocení obsahu makro i mikroprvků za všechny varianty je uvedeno v grafech 35, 36, 41 a 43. Obsah Fe je pro přehlednost uveden v samostatných grafech 42 a 44. Důvodem jsou hodnoty, které jsou několikanásobně vyšší ve srovnání s ostatními prvky, a ve společném grafu by nebylo možné odečítat hodnoty ostatních prvků. Tabulky 18 a 19 poskytují souhrnný přehled o nejvyšších a nejnižších hodnotách u jednotlivých variant.

4.4.3.1 Obsah makroprvků v sušině meziplodin

Obsah N

- Nadzemní hmota: nejvyšší procentní obsah N byl naměřen u mastňáku habešského (varianta 2014-A) a slézu krmného ve variantě 2013 a 2014-B. Nejnižší hodnoty byly naopak ve všech třech odběrech naměřeny u hořčice bílé.
- Kořenová hmota: Nejvyšší obsah N byl naměřen u svazenky vratičolisté (varianty 2013 a 2014-B) a mastňáku habešského (varianta 2014-A). Nejnižší obsah dusíku v kořenech byl naměřen u mastňáku habešského (2013), slézu krmného (2014-A) a hořčice bílé (2014-B).

Obsah P

- Nadzemní hmota: nejvyšší hodnoty byly ve všech třech variantách naměřeny u mastňáku habešského, nejnižší u hořčice bílé, a to také ve všech variantách.
- Kořenová hmota: nejvyšší obsah P v kořenech meziplodin byl při každé variantě naměřen u jiného druhu meziplodiny. Ve variantě 2013 obsahovaly nejvíce P kořeny slézu krmného, ve variantě 2014-A mastňáku habešského, 2014-B hořčice bílé. Nejnižší obsah P v kořenech byl u hořčice bílé (2013 2014-A) a slézu krmného (2014-B).

Obsah K

- Nadzemní hmota: byl ve všech variantách nejvíce obsazený v nadzemních částech slézu krmného, naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny ve variantách 2013 a 2014-A u hořčice bílé a ve variantě 2014-B u mastňáku habešského.
- Kořenová hmota: V kořenech byl nejvyšší obsah K naměřen u mastňáku habešského (2013, 2014-A) a slézu krmného (2014-B). Nejnižší obsah K v kořenech byl ve všech variantách u hořčice bílé.

Obsah Ca

- Nadzemní hmota: nejvyšší hodnoty Ca byly u všech variant u svazenky vratičolisté, nejnižší hodnoty také u všech variant byly naměřeny u hořčice bílé.
- Kořenová hmota: Obsah Ca v kořenech se lišil podle jednotlivých variant. Nejvyšší byl u svazenky vratičolisté (2013), mastňáku habešského (2014-A) a hořčice bílé (2014-B). Nejnižší hodnoty Ca byly naměřeny v kořenech hořčice bílé (2013), svazenky vratičolisté (2014-A) a slézu krmného (2014-B).

Obsah Mg

- Nadzemní hmota: nejvyšší hodnoty Mg byly ve všech variantách naměřeny u mastňáku habešského. Nejnižší hodnoty byly ve variantách 2013 a 2014-A naměřeny u hořčice bílé, ve variantě 2014-B byla nejnižší hodnota naměřena u slézu krmného (0,17 %).
- Kořenová hmota: Mg byl nejvíce poután v kořenech svazenky vratičolisté (2013, 2014-B) a mastňáku habešského (2014-A, 2014-B). Nejméně Mg bylo naměřeno u hořčice bílé (2013) a slézu krmného (2014-A, 2014-B). Ve variantě 2014-A byl naměřen nízký obsah Mg také u svazenky vratičolisté.

Obsah S

- Nadzemní hmota: ve variantách 2013 a 2014-B byl nejvyšší obsah S naměřen u hořčice bílé. Ve variantě 2014-A byl nejvyšší obsah S naměřen u mastňáku habešského. Nejnižší obsah S byl ve všech variantách u svazenky vratičolisté.
- Kořenová hmota: V kořenech byla S obsažena při všech variantách u hořčice bílé. Ve variantě 2013 dosáhla stejné hodnoty také svazenka vratičolistá. Nejnižší obsah S byl naměřen u slézu krmného (2013), svazenky vratičolisté (2014-A) a mastňáku habešského (2014-B).

Tabulka 14: Průměrný obsah makroprvků v nadzemních částech meziplodin

Varianta	Vzorek	Obsah živin (v %)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
2013	Hořčice	3,18	0,58	4,89	1,73	0,18	0,75
	Mastňák	3,19	1,14	6,02	2,41	0,29	0,56
	Sléz	4,23	0,82	6,9	2,38	0,23	0,58
	Svazenka	3,25	0,79	5,72	3,74	0,28	0,36
2014-A	Hořčice	1,41	0,48	3,13	1,23	0,15	0,55
	Mastňák	3,85	0,92	6,78	2,43	0,32	0,58
	Sléz	2,67	0,59	6,92	1,83	0,21	0,48
	Svazenka	2,36	0,89	5,96	2,56	0,23	0,27
2014-B	Hořčice	3,01	0,62	5,17	1,43	0,18	0,69
	Mastňák	4,49	1,01	4,99	2,06	0,34	0,46
	Sléz	4,59	0,77	8,02	1,79	0,17	0,44
	Svazenka	3,1	0,87	5,8	2,41	0,29	0,39
Průměrný obsah	Hořčice	2,53	0,56	4,40	1,46	0,17	0,66
	Mastňák	3,84	1,02	5,93	2,30	0,32	0,53
	Sléz	3,83	0,73	7,28	2,00	0,20	0,50
	Svazenka	2,90	0,85	5,83	2,90	0,27	0,34

Tabulka 15: Průměrný obsah makroprvků v kořenech meziplodin

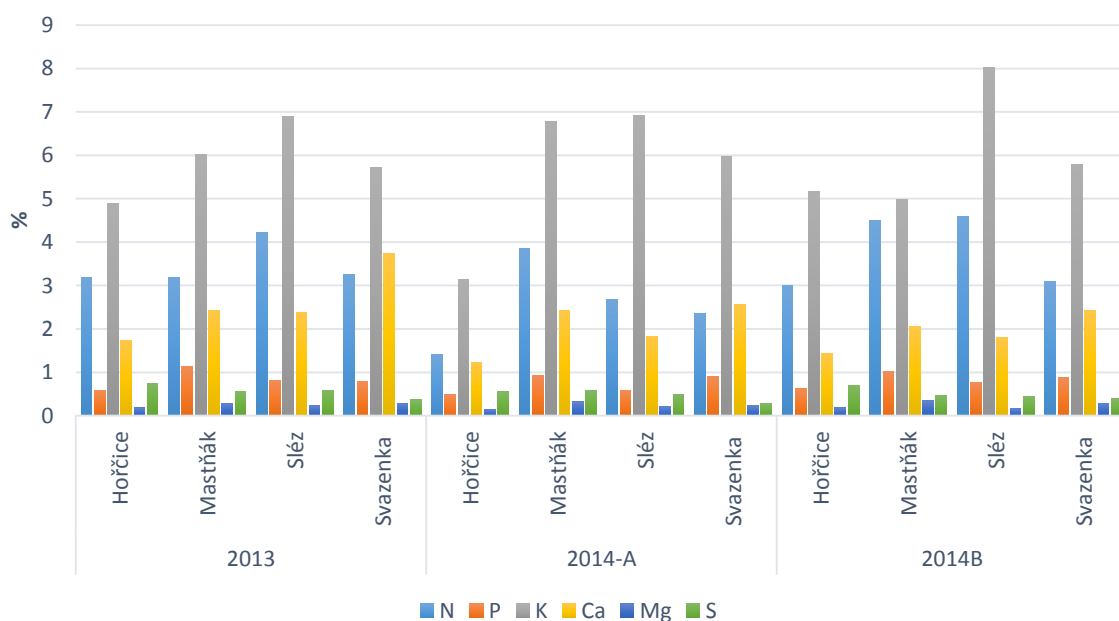
Varianta	Vzorek	Obsah živin (v %)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
2013	Hořčice	1,52	0,59	3,13	0,64	0,16	0,36
	Mastňák	1,44	0,74	6,12	1,09	0,22	0,25
	Sléz	1,68	0,75	5	0,97	0,19	0,23
	Svazenka	2,28	0,7	5,48	1,1	0,25	0,36
2014-A	Hořčice	1,61	0,53	3,26	0,92	0,17	0,32
	Mastňák	2,48	0,74	6,08	1,28	0,26	0,26
	Sléz	1,32	0,57	5,51	0,69	0,14	0,26
	Svazenka	1,36	0,74	4,63	0,65	0,14	0,18
2014-B	Hořčice	1,74	0,68	4,05	0,9	0,18	0,37
	Mastňák	1,95	0,75	4,62	0,62	0,23	0,21
	Sléz	2,26	0,6	7,26	0,6	0,14	0,24
	Svazenka	2,32	0,9	5,97	0,69	0,23	0,28

Průměrný obsah	Hořčice	1,62	0,60	3,48	0,82	0,17	0,35
	Mastňák	1,96	0,74	5,61	1,00	0,24	0,24
	Sléz	1,75	0,64	5,92	0,75	0,16	0,24
	Svazenka	1,99	0,78	5,36	0,81	0,21	0,27

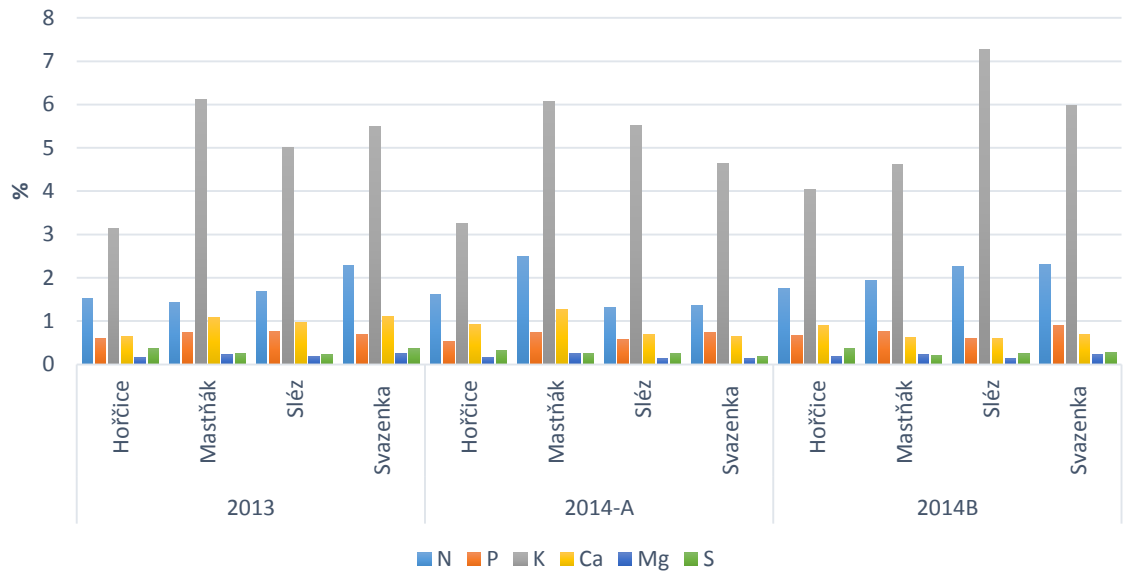
Z údajů předložených v tabulce 14 a grafu 25 můžeme pozorovat, že nejvíce poutaným prvkem v nadzemních částech meziplodin byl K. Ve všech variantách byl nejvyšší obsah K naměřen u slézu krmného (v průměru 7,3 %). O něco nižších hodnot dosahoval také mastňák a svazenka. Dalších významných hodnot dosáhl N, jehož obsah se u většiny vzorků pohyboval v rozmezí 1,41 – 4,59 %, a Ca, u kterého byl obsah stanovován na úrovni 1,23 – 3,74 %. Zbylé pozorované prvky se pohybovaly na úrovni do 1 % obsahu. Statistické vyhodnocení průměrného obsahu prvků v sušině nadzemních částí meziplodin je uvedeno v grafu 27.

V tabulce 15 a grafu 26 jsou uvedeny údaje naměřené v kořenech meziplodin. Také zde byl nejvíce poutaným prvkem K a to s výrazným odstupem od zbylých prvků. Druhým významným prvkem poutaným v kořenech byl N. Obsahy zbylých hodnocených prvků se pohybovaly v rozmezí 0,16 – 0,9 %. Statistické vyhodnocení průměrného obsahu prvků v sušině kořenů meziplodin je uvedeno v grafu 28.

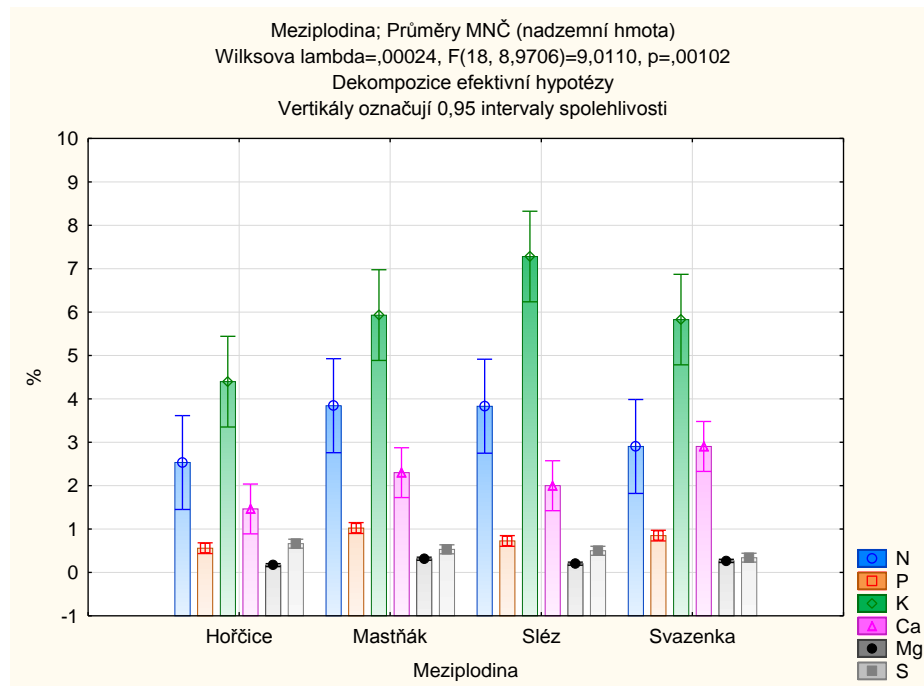
Graf 25: Obsah makroprvků (v %) v nadzemních částech meziplodin v jednotlivých variantách



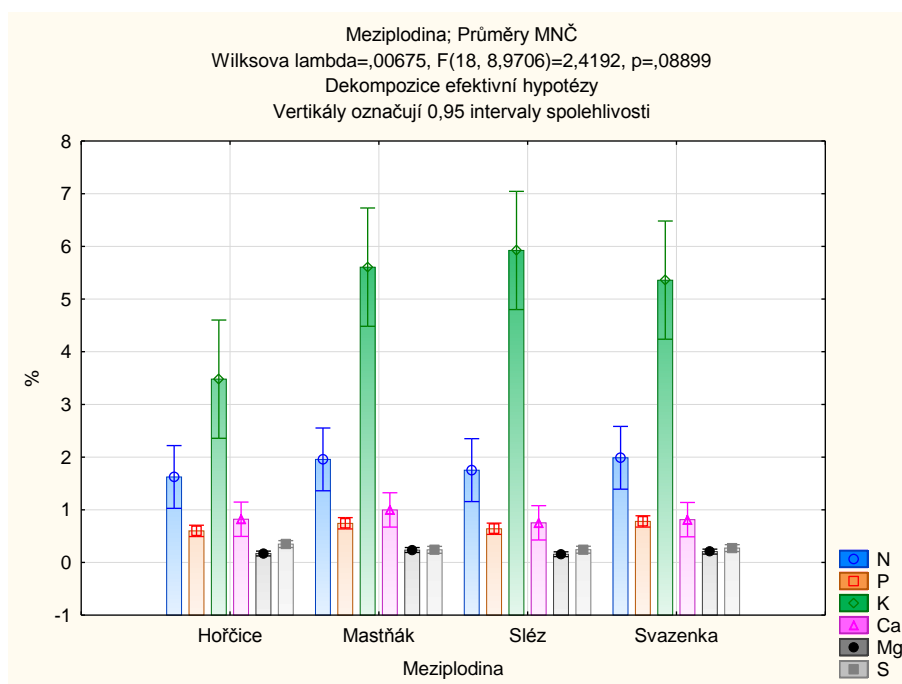
Graf 26: Obsah makroprvků (v %) v kořenech meziploidin v jednotlivých variantách



Graf 27: vliv meziploidin na obsah makroživin (v %) sušiny nadzemních částí meziploidin



Graf 28: vliv meziplodin na obsah makroživin (v %) sušiny kořenů meziplodin



4.4.3.2 Obsah mikroprvků v sušině meziplodin

Obsah B

- Nadzemní hmota: ve variantách 2013 a 2014-A byl nejvyšší obsah B naměřen u mastňáku habešského, ve variantě 2014-B u slézu krmného. Nejnižší obsah byl u všech variant naměřen u hořčice bílé.
- Kořenová hmota: Obsah B v kořenech meziplodin byl převážně shodný s jeho obsahem v nadzemních částech. Pouze ve variantě 2014-B byl jeho nejnižší obsah naměřen u mastňáku habešského.

Obsah Zn

- Nadzemní hmota: nejvyšší obsah Zn byl naměřen ve variantách 2013 a 2014-A u hořčice bílé, ve variantě 2014-B u mastňáku habešského. Nejnižší obsah Zn byl naměřen ve variantách 2013 a 2014-A u svazenky vratičolisté, ve variantě 2014-B u slézu krmného.
- Kořenová hmota: V kořenech byl nejvyšší obsah Zn naměřen u svazenky vratičolisté (2013) a mastňáku habešského (2014-A a 2014-B). Nejnižší obsah Zn byl u všech variant naměřen u slézu krmného.

Obsah Mn

- Nadzemní hmota: nejvyšší obsah Mn byl naměřen u slézu krmného (varianta 2013) a mastňáku habešského (2014-A, 2014-B). Nejnižší obsah byl ve všech variantách u hořčice bílé.
- Kořenová hmota: V kořenech byl ve variantě 2013 neměřen nejvyšší obsah manganu u svazenky vratičolisté, ve variantách 2014-A a 2014-B u mastňáku habešského. Nejnižší obsah byl ve variantě 2013 u hořčice bílé, ve variantách 2014-A a 2014-B u slézu krmného.

Obsah Cu

- Nadzemní hmota: ve variantě 2013 byl nejvyšší obsah Cu u slézu krmného, ve variantách 2014-A a 2014-B u svazenky vratičolisté. Nejnižší obsah Cu byl naměřen u hořčice bílé (varianty 2013 a 2014-B) a slézu krmného (varianta 2014-A).
- Kořenová hmota: Stejně jako v nadzemní biomasy byl ve variantě 2013 nejvyšší obsah Cu u slézu krmného, ve variantách 2014-A a 2014-B byl nejvyšší obsah

naměřen u mastňáku habešského. Nejnižší obsah byl naměřen ve všech variantách u hořčice bílé.

Obsah Fe

- Nadzemní hmota: železo nejvíce poutal sléz krmný (varianta 2013) a mastnáňák habešský (varianty 2014-A a 2014-B). Nejnižší obsah byl naměřen u svazenky vratičolisté (varianta 2013) a hořčice bílé (varianty 2014-A a 2014-B).
- Kořenová hmota: V kořenech byl nejvyšší obsah Fe v každé variantě u jiné meziplodiny. Ve variantě 2013 to byla svazenka vratičolistá, ve variantě 2014-A mastňák habešský a ve variantě 2014-B hořčice bílá. Naopak nejnižších hodnot Fe dosáhl ve všech variantách sléz krmný.

Obsah Mo

- Nadzemní hmota: nejvíce molybdenu poutala v nadzemní biomase hořčice bílá (varianty 2013 a 2014-B) a sléz krmný (varianta 2014-A). Nejnižší obsah byl naměřen u slézu krmného (varianty 2013 a 2014-B) a mastňáku habešského (2014-A a 2014-B).
- Kořenová hmota: V kořenové hmotě byl nejvyšší obsah naměřen u slézu krmného (varianty 2013 a 2014-A) a svazenky vratičolisté (2014-B). Nejnižší obsah Mo měla ve variantě 2013 svazenka vratičolistá, a ve variantách 2014-A a 2014-B mastňák habešský.

Tabulka 16: Průměrný obsah mikroprvků v nadzemních částech meziplodin

Varianta	Vzorek	Obsah živin (ppm)					
		B	Zn	Mn	Cu	Fe	Mo
2013	Hořčice	21,6	73,9	23,9	5,52	279	6,33
	Mastňák	30,8	48,8	29,5	7,93	238	4,57
	Sléz	24,9	77,4	5,0	15,5	840	4,32
	Svazenka	24,3	24,3	26,5	8,47	179	4,79
2014-A	Hořčice	15,8	54,8	17,4	4,28	219	2,27
	Mastňák	32,7	59,6	50,4	6,78	677	1,23
	Sléz	16,6	30,1	21,7	5,72	267	2,5
	Svazenka	23,3	27,3	28,4	9,69	500	1,37
2014-B	Hořčice	16,6	40,0	14,9	4,46	203	3,18

	Mastňák	20,4	56,8	45,0	5,31	1080	1,62
	Sléz	21,1	33,2	21,5	5,9	284	1,62
	Svazenka	19,6	39,6	32,6	8,27	1050	2,22
Průměrný obsah	Hořčice	18,00	56,23	18,73	4,75	233	3,93
	Mastňák	27,97	55,07	41,63	6,67	665	2,47
	Sléz	20,87	46,90	16,07	9,04	463	2,81
	Svazenka	22,40	30,40	29,17	8,81	576	2,79

Tabulka 17: Průměrný obsah mikroprvků v kořenech meziplodin

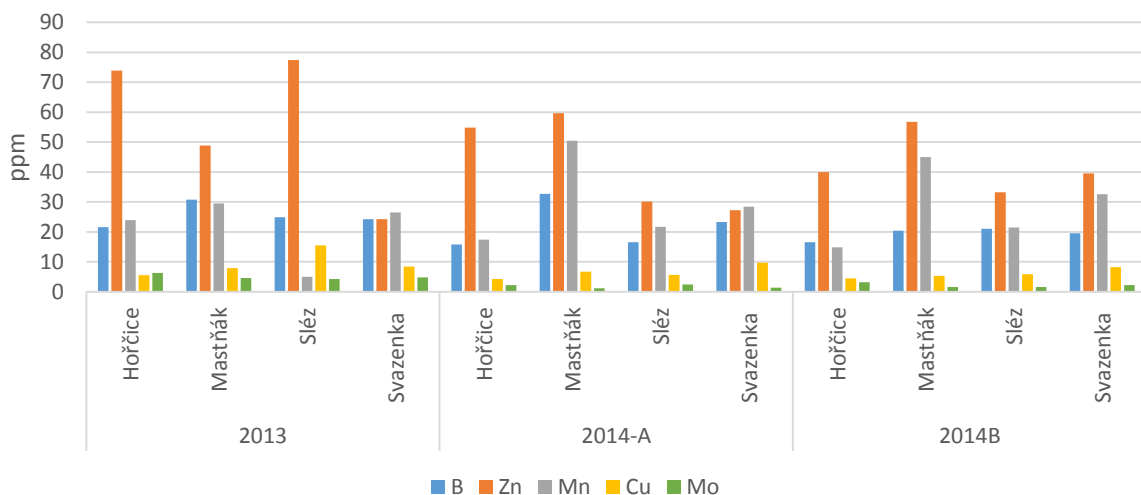
Varianta	Vzorek	Obsah živin (ppm)					
		B	Zn	Mn	Cu	Fe	Mo
2013	Hořčice	15	63,4	54,9	8,8	1510	2,59
	Mastňák	29,8	63,1	64,2	12,8	1800	2,33
	Sléz	21,5	48,3	64,8	14,7	1380	3,21
	Svazenka	19,6	66,9	69,9	12,3	2120	1,79
2014-A	Hořčice	12,6	57	55,2	7,76	3440	0,98
	Mastňák	18,8	71,3	117,0	10,6	4780	0,82
	Sléz	16,6	25,9	28,1	6,16	833	1,18
	Svazenka	13,1	32,7	36,9	8,37	1230	1,09
2014-B	Hořčice	15,4	76,5	69,6	7,81	3120	2,06
	Mastňák	14,5	122	81,6	7,84	2880	1,37
	Sléz	17,8	34,1	26,1	5,71	665	1,59
	Svazenka	16	44,1	46,3	10	1460	2,5
Průměrný obsah	Hořčice	14,33	65,63	59,90	8,12	2690	1,88
	Mastňák	21,03	85,47	87,60	10,41	3153	1,51
	Sléz	18,63	36,10	39,67	8,86	959	1,99
	Svazenka	16,23	47,90	51,03	10,22	1603	1,79

V příložených datech v tabulce 16 a grafu 29 můžeme pozorovat rozdíl v obsahu jednotlivých živin v nadzemních částech mezi jednotlivými variantami. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u většiny vzorků pro prvek Zn, který byl zejména hořčicí bílou. Obsah slézu v sušině nadzemních částí se pohyboval v rozpětí 24,3 – 77,4 ppm. Dalším významným prvkem byl Mn, který byl poután nejvíce mastňákem habešským. Sušina mastňáku obsahovala také významné množství (až 32,7 ppm). Zbylé meziplodiny obsahovaly B na

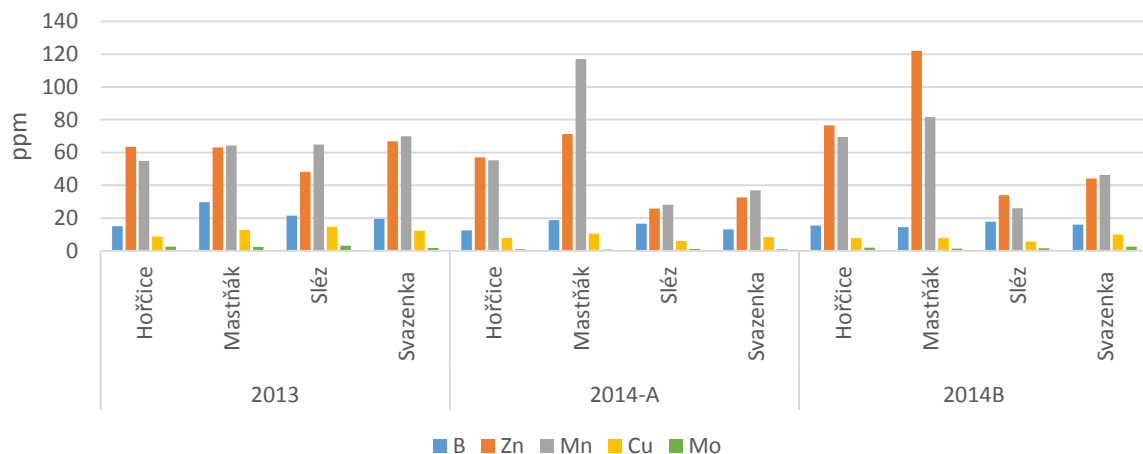
úrovni okolo 20 ppm. Cu a Mo byly u všech meziplodin obsaženy do hodnoty 10 ppm, pouze u slézu ve variantě 2013 byla naměřena hodnota Cu 15,5 ppm. Obsah Fe je kvůli zcela odlišným hodnotám uveden v samostatném grafu 31. Obsah Fe se lišil v jednotlivých variantách u všech meziplodin. U slézu byl nejvyšší ve variantě 2013, zatímco ve variantách 2014-A a 2014-B bylo Fe nejvíce zastoupeno u mastňáku (až 1080 ppm) a svazenky vratičolisté (1050 ppm). Statistické vyhodnocení vlivu meziplodiny na obsah B, Zn, Mn, Cu a Mo v sušině nadzemních částí je uveden v grafu 33. Statistické vyhodnocení pro Fe je uvedeno v grafu 34.

V tabulce 17 a grafech 30 a 32 je uveden obsah mikroživin v sušině kořenů pozorovaných meziplodin. U většiny vzorků byl nejvyšší obsah zaznamenán u prvků Zn a Mn. Obsahy obou prvků byly vyrovnané, pouze u mastňáku byly ve variantě 2014-A naměřeny výrazně vyšší hodnoty Mn (117,0 ppm) a ve variantě 2014-B výrazně vyšší hodnoty u Zn (122 ppm). Obsah B se u většiny vzorků pohyboval na úrovni do 20 ppm, tato hodnota byla překročena pouze u mastňáku a slézu ve variantě 2013 (29,8 ppm a 21,5 ppm). Také zde jsou hodnoty obsahu Fe v sušině kořenů uvedeny v samostatném grafu. Nejvyšší obsah Fe byl naměřen u mastňáku (až 4780 ppm ve var. 2014-A) a hořčice 3440 ppm ve var. 2014-A. Statistické vyhodnocení vlivu meziplodiny na obsah B, Zn, Mn, Cu a Mo v sušině kořenů je uveden v grafu 35. Statistické vyhodnocení pro Fe je uvedeno v grafu 36.

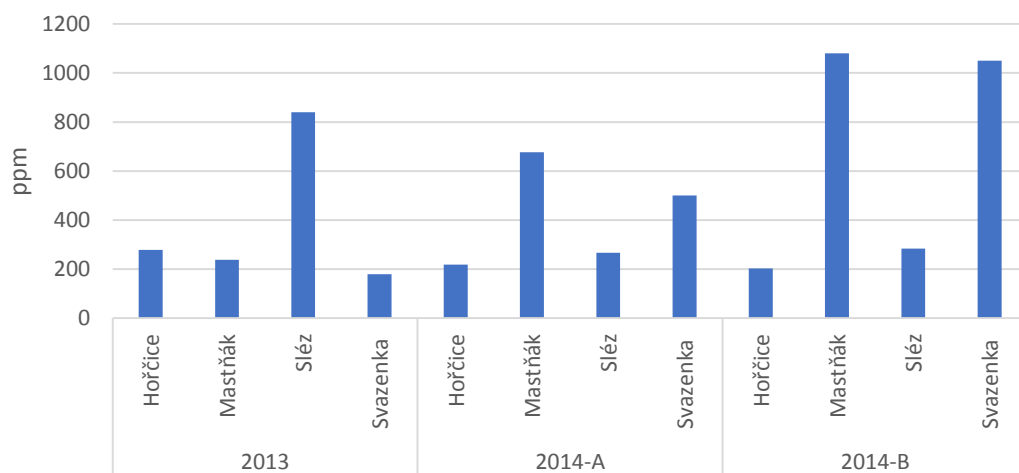
Graf 29: Obsah mikroprvků (v ppm) v nadzemních částech meziplodin v jednotlivých variantách



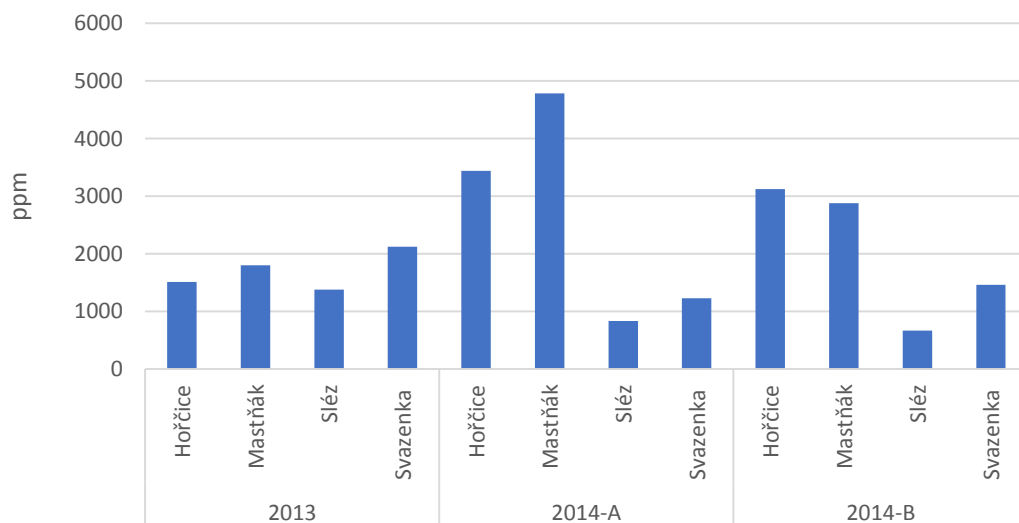
Graf 30: Obsah mikroprvků (v ppm) v kořenech meziplodin v jednotlivých variantách



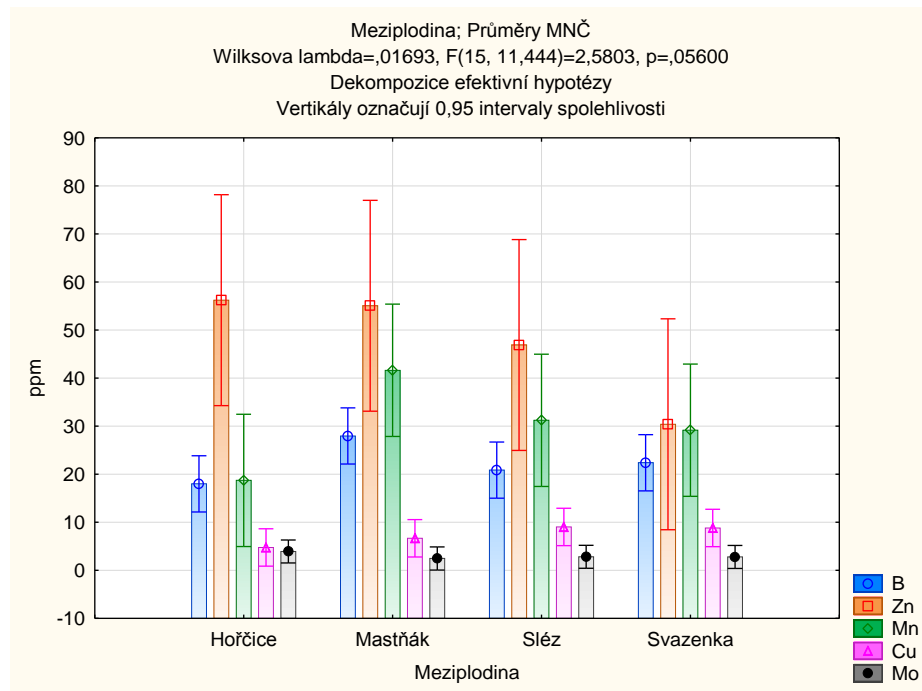
Graf 31: Obsah Fe (v ppm) v nadzemních částech meziplodin v jednotlivých variantách



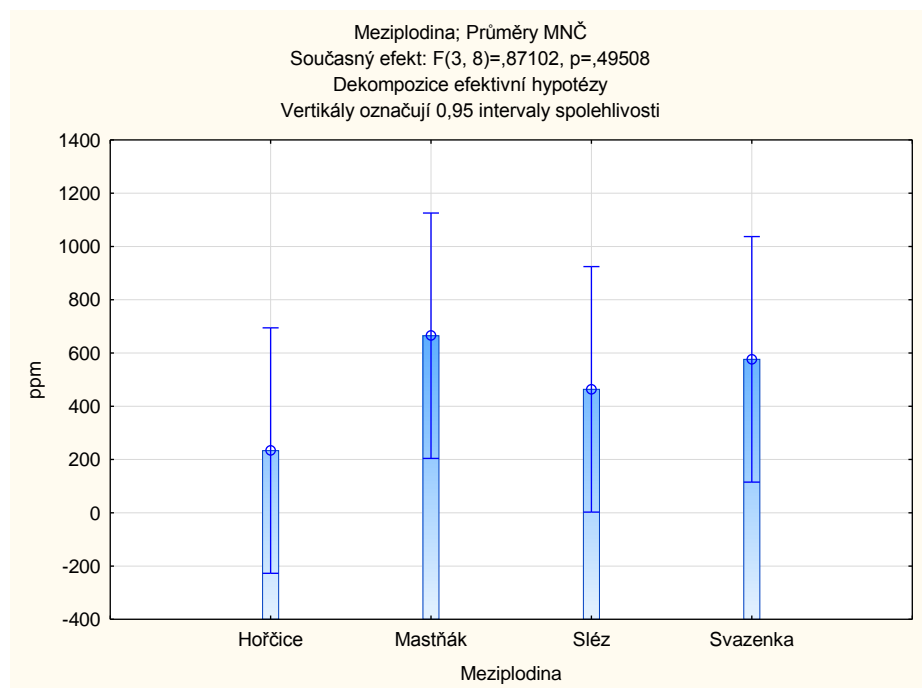
Graf 32: Obsah Fe (v ppm) v kořenech meziplodin v jednotlivých variantách



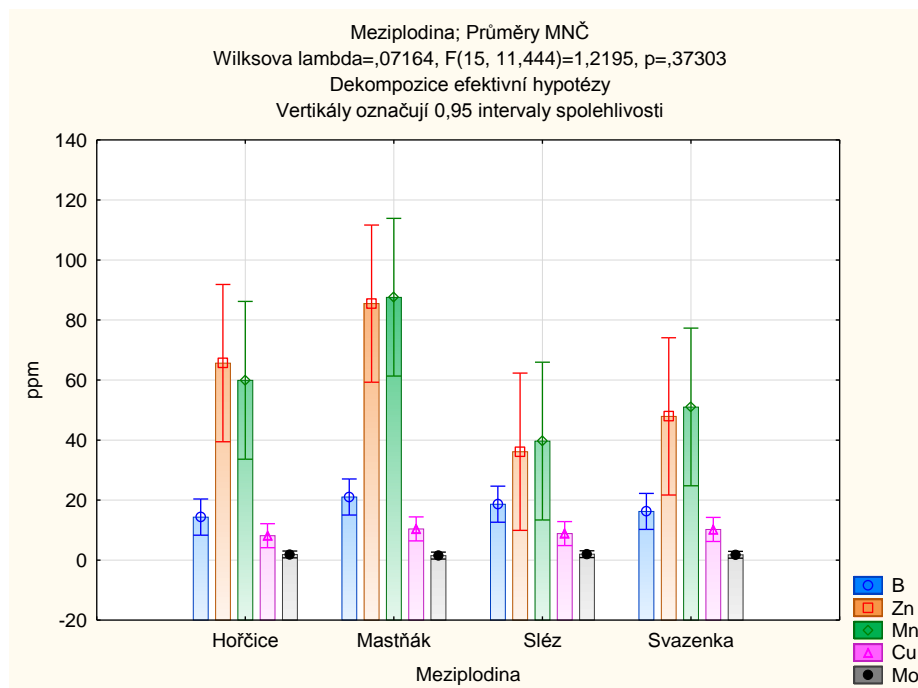
Graf 33: obsah mikroživin (v ppm) sušiny nadzemních částí meziplodin



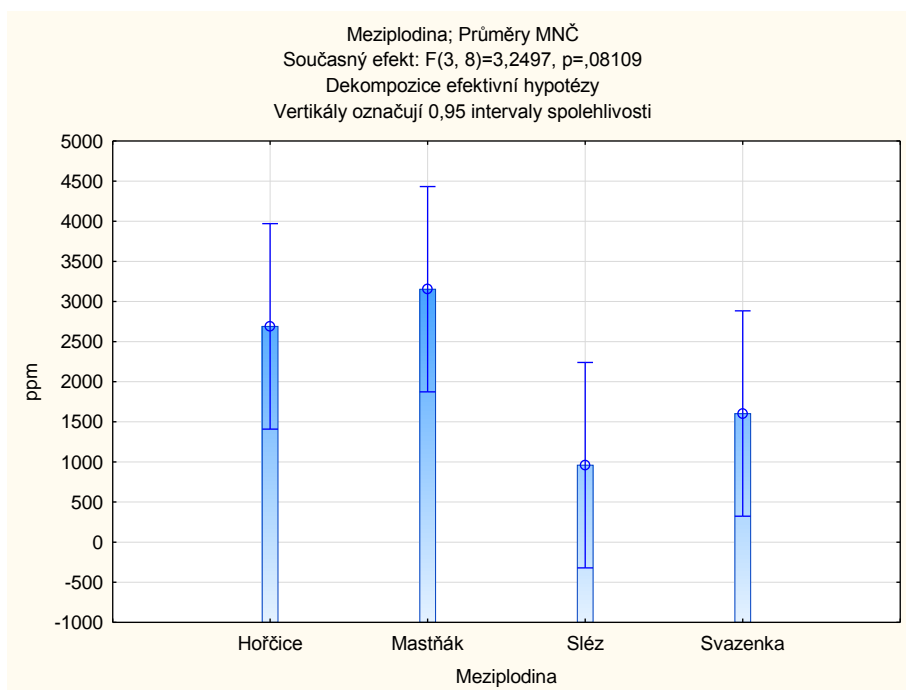
Graf 34: obsah Fe (v ppm) sušiny nadzemních částí meziplodin



Graf 35: obsah mikroživin (v ppm) sušiny kořenů meziplodin



Graf 36: obsah Fe (v ppm) sušiny kořenů meziplodin



Tabulka 18: Vyhodnocení nejvyšších a nejnižších obsahů makroprvků v jednotlivých variantách

VARIANTA	N		P		K		Ca		Mg		S	
	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně
NADZEMNÍ HMOTA												
2013	Sléz	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Sléz	Hořčice	Svazenka	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Hořčice	Svazenka
2014-A	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Sléz	Hořčice	Svazenka	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Svazenka
2014-B	Sléz	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Sléz	Mastňák	Svazenka	Hořčice	Mastňák	Sléz	Hořčice	Svazenka
KOŘENY												
2013	Svazenka	Mastňák	Sléz	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Svazenka	Hořčice	Svazenka	Hořčice	Hořčice, Svazenka	Sléz
2014-A	Mastňák	Sléz	Mastňák, Svazenka	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Svazenka	Mastňák	Sléz, Svazenka	Hořčice	Svazenka
2014-B	Svazenka	Hořčice	Hořčice	Sléz	Sléz	Hořčice	Hořčice	Sléz	Mastňák, Svazenka	Sléz	Hořčice	Mastňák

Tabulka 19: Vyhodnocení nejvyšších a nejnižších obsahů mikroprvků v jednotlivých variantách

VARIANTA	B		Zn		Mn		Cu		Fe		Mo	
	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce	Nejméně
NADZEMNÍ HMOTA												
2013	Mastňák	Hořčice	Sléz	Svazenka	Sléz	Hořčice	Sléz	Hořčice	Sléz	Svazenka	Hořčice	Sléz
2014-A	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Svazenka	Mastňák	Hořčice	Svazenka	Sléz	Mastňák	Hořčice	Sléz	Mastňák
2014-B	Sléz	Hořčice	Mastňák	Sléz	Mastňák	Hořčice	Svazenka	Hořčice	Mastňák	Hořčice	Hořčice	Mastňák, Sléz
KOŘENY												
2013	Mastňák	Hořčice	Svazenka	Sléz	Svazenka	Hořčice	Sléz	Hořčice	Svazenka	Sléz	Sléz	Svazenka
2014-A	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Sléz	Mastňák	Sléz	Mastňák	Hořčice	Mastňák	Sléz	Sléz	Mastňák
2014-B	Sléz	Mastňák	Mastňák	Sléz	Mastňák	Sléz	Mastňák	Hořčice	Hořčice	Sléz	Svazenka	Mastňák

5 Diskuze

Pěstování meziplodin patří k běžným agrotechnickým postupům. Po nastudování několika českých i zahraničních autorů lze konstatovat, že od původního využití - krmiva pro hospodářská zvířata, se význam meziplodin rozšířil do dalších oblastí zemědělské výroby. Podle autorů Flohrové (1998), Branta a kol. (2008), Vacha a kol. (2009) a Badalíkové a Bartlové (2012a), kteří se ve svých publikacích zaměřili na využití meziplodin v zemědělské výrobě, jsou meziplodiny dnes víceúčelový způsob řešení několika současných problémů, jako je nízký stav organické hmoty v půdě, eroze, znečištění vod dusičnany, nízká rozmanitost pěstovaných plodin a další. Většinu citovaných důvodů lze doložit i údaji získanými v této práci. Význam meziplodin v poslední době trvale narůstá.

Obecně přijímaným veřejným problémem je ztráta a degradace zemědělské půdy, coby základního výrobního prostředku. Jedná se jednak o zábor půdy pro výstavbu komunikací, obytných čtvrtí a logistických center. A za druhé, degradace půdy důsledkem nevhodného hospodaření. To je zejména pěstování erozně nebezpečných plodin na nevhodných pozemcích, které má za následek erozi půdy a zeslabení humusového horizontu. Podle MZe (2009) je na našem území 42 % zemědělské půdy ohroženo větrnou nebo vodní erozí. K erozi půdy také přispívá nízký obsah organické hmoty v půdním profilu. Baumgärtel (2008) uvádí, že úbytek organické složky v půdě je výsledkem špatné skladby plodin v osevním postupu. Jedná se zejména o absenci víceletých pícnin, které představují zdroj organické hmoty a jsou schopny, díky mohutnému prokořenění půdního profilu, zmírnit utužení podorničních vrstev (Khel, 2014). Naše výsledky dokládají, že v létě pěstovanými meziplodinami lze do půdy doplnit organickou hmotu. Hektarové výnosy biomasy námi pěstovaných meziplodin se pohybovaly mezi 5-10 tunami sušiny.

Problém degradace půdy je jednou z oblastí, kterými se společná zemědělská politika (SZP) Evropské unie zabývá prakticky od svého počátku. V uplynulém období SPZ 2007 – 2013 byly zavedeny do kontrol podmíněnosti takzvané standardy GAEC (Good agriculture and environmental conditions). 5 z 12 těchto standardů přímo řešilo problém erozního ohrožení půdy, udržení struktury půdy a zachování organických složek v půdě. Pro nové období společné zemědělské politiky došlo k úpravě těchto standardů. Nově je v české legislativě používána počeštěná zkratka DZES. Dále byly standardy přejmenovány a přečíslovány, některé byly sloučeny, jiné zcela zrušeny. Naopak byly přidány nové standardy nařizující podmínky, které byly dříve zařazeny v podmínkách plnění nitrátové

směrnice. Toto jednoznačně dokládá potřebnost pěstování a využívání zkoušených meziplodin.

Původní systém dotační podpory pěstování meziplodin, jež byla poskytována na základě programů agroenvironmentálních opatření, byl s příchodem nového období společné zemědělské politiky zrušen a v současnosti tedy neexistuje samostatný dotační program týkající se pěstování meziplodin. Pěstování meziplodin nyní představuje jednu z možností plnění platby na ozelenění, neboli greeningu, konkrétně jako jedna za variant vytvoření tzv. oblastí v ekologickém zájmu (EFA). Všechny možnosti plnění podmínek greeningu, respektive možnosti realizace oblastí v ekologickém zájmu jsou uvedeny v kapitole 3.8.4.1. V době tvorby této práce dochází k ustanovování přesných podmínek, a proto se můžeme jen domnívat, jaké možnosti budou uplatněny nejčastěji. U většiny zemědělských subjektů lze předpokládat, že mezi nejpoužívanější způsoby vytvoření ploch v ekologickém zájmu bude patřit pěstování plodin vázajících N, hlavně u subjektů hospodařících s živočišnou výrobou to budou jeteloviny na senáž a jejich směsky s travami. Subjekty hospodařící s malou, nebo žádnou živočišnou výrobou se budou pravděpodobně orientovat na produkci luskovin sklízených na zrno. Druhým způsobem plnění bude zřejmě právě pěstování meziplodin. Domníváme se, že organizační i ekonomickou výhodou ve srovnání s ostatními možnostmi je především zkušenost agronomů s jejich pěstováním, snadnost evidence, nenáročnost na technické provedení a především možnost provedení tohoto opatření na velké ploše a celkově nízké narušení osevních postupů, respektive skladby plodin. Určitou nevýhodou je nízký koeficient, který byl meziplodinám v rámci EFA přidělen (platí pro ně koeficient 0,3, tzn. 1 ha meziplodiny = 0,3 ha započítaného do ploch EFA).

Změnou ve srovnání s minulou podporou pěstování meziplodin v rámci agroenvironmentálních opatření je to, že do ploch EFA budou zařazeny i meziplodiny pěstované v letních měsících za účelem zeleného hnojení, což odpovídá zaměření našich pokusů. Staré agroenvironmentální opatření podporovalo meziplodiny založené do 20. září a zapravené nejdříve 16. února. Prvotním účelem byla ochrana vod před znečištěním dusičnany, následně bylo toto pěstování využíváno jako účelná ochrana před erozí půdy. Pokud zemědělec pěstoval meziplodiny „klasicky“ na zelené hnojení, tedy zapravil živý porost před příchodem zimy, neplynuly mu z toho žádné přímé finanční přínosy. Další změnou oproti předešlé podpoře je povinnost pěstovat meziplodiny ve směsi složené nejméně ze dvou komponent. Podmínkou je, že nejvíce zastoupená meziplodina ve směsi nesmí překročit 90% podíl ve směsi. Přesné požadavky na složení směsi nebyly v době psaní této

práce ještě známy, ale vzhledem, k dosavadním zkušenostem, doloženým údaji od SZIF (2015), můžeme zcela jasně předpokládat, že mezi nejpoužívanější meziplodiny ve směsi budou patřit hořčice bílá, svazenka vratičolistá a peluška jarní. Právě tyto druhy byly nejpoužívanější ve starých agroenvironmentálních opatřeních. Všichni autoři se shodují na faktu, že pokud může být nějaký rostlinný druh použitý jako meziplodina, musí být schopen vytvořit v krátkém čase dostatek biomasy. Meziplodiny byly původně pěstovány jako rezerva krmivové základny a jen v případě, že bylo krmiva dostatek, byly zaorány na zelené hnojení. Ovšem jak připomínají Badalíková a Bartlová (2012a), dnes je důležité více přihlížet na účel jejich pěstování. Jako příklad uvádí Kern (2015) pěstování mezipločin za účelem vytvoření mulče pro následný bezorebný výsev (hlavně širokořádkových) plodin. Pro takový případ je potřeba, aby výsledný objem vytvořené nadzemní biomasy byl rozumným kompromisem, který zajistí dobrou protierozní ochranu a přitom umožní bezproblémové založení a vzcházení porostů. Pro tento účel by byly vhodné meziplodiny vytvářející bohatý kořenový systém a přitom jen omezenou nadzemní hmotu. Z námi sledovaných plodin tomu odpovídá produkce biomasy u svazenky. Pěstitelé tento problém zatím řešili tím, že porosty zakládaly až před koncem termínu, tzn. přibližně v polovině září. I přes poměrně širokou nabídku možných mezipločin, 75 % ploch zaujímal hořčice bílá a 15 % ploch svazenka vratičolistá. Ostatní meziplodiny se pěstovaly jen ojedinele, nebo vůbec, viz. tabulka 22. Důvod je převážně v ceně a dostupnosti osiva, která je z větší části dána snadností a celkovou úrovní semenářství.

Pro účely našich pokusů, které měly za cíl porovnat mezi sebou produkční schopnosti mezipločin, byly vybrány hořčice bílá a svazenka vratičolistá, coby „zástupci“ nejrozšířenějších mezipločin, a sléz krmný a mastňák habešský, kteří představují meziplodiny u nás prakticky nepěstované, respektive neznámé. Sléz krmný byl sice zařazen do nabídky mezipločin pro bývalé agroenvironmentální opatření, ovšem nebyl v letech 2010 – 2013 vůbec pěstován. Mastňák habešský je plodina v České republice neznámá, exotická. Rozšířen je zatím jen v pokusech, zejména v oblasti chmelařství, kde je zkoušen jako rostlina na zelené hnojení (Ježek a kol., 2012). Více rozšířen je například v sousední Spolkové republice Německo, kde je mastňák nabízen jako součást specializovaných směsí mezipločin Schmidt and Gläser (2012); Kern (2015). Nutno podotknout, že již na základě údajů z dostupné literatury můžeme pozorovat základní pěstitelské rozdíly mezi jmenovanými druhy. Hořčice bílá je obecně vnímána jako nenáročná plodina s rychlým vzcházením, bujným rychlým vývojem, tvorbou velkého množství biomasy, dále též významným a důležitým prvkem –

dostupností a cenou osiva. Byly také vyšlechtěny speciální odrůdy, které pomáhají s regulací nebezpečného škůdce cukrové řepy – háďátka řepného. Mezi záporné vlastnosti patří citlivost k délce dne, kdy za dlouhého dne rychle přechází do generativní fáze, tvoří pak málo biomasy, která dřevnatí a hůře se zapravuje. Také fakt, že hořčice patří do čeledi *Brassicaceae*, a může tak přispět k šíření závažných chorob a škůdců této čeledi po pozemcích. Svazenka vratičolistá je oblíbená pro prokořenění povrchové vrstvy ornice. Svazenka obvykle dobře vymrzá a vymrzlé kořeny pak zanechají na jaře půdu dobře prokypřenou. Autoři Liu et al. (2015) dále hovoří o přemístování hůře přístupných živin z hlubších vrstev půdy do orníční vrstvy. Také nadzemní části rostlin se působením mrazu dobře rozpadají a vytvářejí na jaře mulč chránící půdu před erozí. Na délku dne reaguje také, ale ne tak citlivě jako hořčice bílá, osivo svazenky je oproti hořčici dražší, ovšem dobře dostupné. Výhodou svazenky je odlišnost její botanické čeledi – stružkovcovité (*Hydrophyllaceae*), není tak příbuzná s jinými kulturními ani plevelnými rostlinami, a nehrozí tím přenos a šíření chorob a škůdců. Sléz krmný byl, jak již jeho název napovídá, vyšlechtěn pro krmné účely. Lze ho s úspěchem pěstovat i jako letní meziplodinu. Je schopen vytvořit velké množství biomasy. Má silný kulovitý kořen, který sahá do hloubky cca 2 metry (Petříková, 2005). Problémem slézu je jeho semenářství. Rostlina vytváří velké množství biomasy, která se obtížně sklízí, semena jsou umístěna v poltivých plodech, dozrávají postupně a snadno vypadávají. Semena si ponechávají dlouho klíčivost a zaplevelují tak pozemek i v dalších letech. Sléz dobře vymrzá, vzcházející rostliny jsou citlivé na mráz, proto jsou jeho porosty zakládány nejdříve na přelomu dubna a května. Sléz patří do čeledi *Malvaceae*. Tato čeleď také nemá jiné zastoupení mezi kulturními rostlinami ani mezi běžnými polními plevele. Sléz je tedy fyto-sanitární rostlinou (Petříková, 2005). Mastňák habešský je rozšířen ve východní části Afrického kontinentu, v oblasti přední Asie a na Indickém subkontinentu. Je pěstován pro produkci oleje obsaženého v nažkách, i jako krmivo pro ptactvo (Ramadan and Mörsel, 2002). V Evropě je pro produkci oleje i celých nažek pěstován jen velmi omezeně. Jako meziplodina je pěstován pro tvorbu biomasy a prokořenění ornice. Výhodou je velká citlivost na nízké teploty, rostliny jsou zničeny i teplotou lehce pod 0 °C, takže v žádném ročníku není problém s vymrzáním. Počáteční růst rostlin je pomalý a porost je často zaplevelen.

Pokusy pro experimentální část byly založeny v letech 2013 a 2014. V roce 2013 byly porosty založeny 5. 8. (var. 2013) a v roce 2014 1. 7. (var. 2014-A) a 15. 8. (var. 2014-B). Meziplodiny byly založeny na parcelky o výměře 3 m². U rostlin byl zaznamenán den vzejití

prvních rostlin, den vzejití většiny rostlin a den vytvoření prvních pravých listů. Odběry byly prováděny v termínech 30, 45 a 60 dní po výsevu. Při odběrech byla zaznamenána výška a stav porostu, hmotnost kořenů a nadzemních částí. 1/3 odebraných rostlin byly usušena pro stanovení sušiny a obsah makroprvků a mikroprvků.

Na základě dosažených hmotností můžeme pozorovat rozdíly mezi jednotlivými variantami, které byly u každého druhu statisticky průkazně rozdílné. Při porovnání tvorby sušiny kořenů můžeme pozorovat, že ve variantách 2013 a 2014-B byla při prvním odběru nejproduktivnější hořčice bílá, ve variantě 2014-A to byl sléz krmný. Při druhém odběru vytvořila nejvíce sušiny ve variantě 2013 svazenka vratičolistá, a ve variantách 2014-A a 2014-B to byla hořčice bílá. Při třetím odběru byla nejvyšší hmotnost sušiny naměřena u hořčice bílé ve variantách 2013 a 2014-B, a u slézu krmného ve variantě 2014-A. Z těchto údajů můžeme pozorovat podobnost mezi variantami 2013 a 2014-B, tedy mezi srpnovými výsevy, kdy byly nejvyšší hodnoty navázeny zpravidla u hořčice bílé ve všech odběrech. Toto odpovídá tvrzení Kerna (2015) i Schmidta and Gläsera (2012). Hodnoty čerstvé biomasy kořenů jsou více rozdílné, ve variantě 2013 dominovala v prvních dvou odběrech svazenka vratičolistá, v třetím odběru dosáhl nejvyšší hodnoty mastňák habešský, následovala hořčice bílá spolu se slézem krmným. Ve variantě 2014-A byla naopak v prvních dvou odběrech nejproduktivnější hořčice bílá, ovšem ve třetím byly všechny meziplodiny výrazně překonány slézem krmným, který dosáhl přibližně 4 x vyšších hodnot, než druhý v pořadí mastňák habešský. U varianty 2014-B byly nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy kořenů navázeny nejprve u slézu krmného, při druhém odběru u hořčice bílé a při třetím opět u slézu krmného. Na výsledcích čerstvé biomasy kořenů již nemůžeme pozorovat závislost množství biomasy na termínu výsevu tak dobře, jako u sušiny.

Při hodnocení výsledků dosažených hmotností nadzemní biomasy pozorujeme odlišnost s hodnotami biomasy kořenů. Ve variantě 2013 byly při prvním odběru nejvyšší hodnoty sušiny i čerstvé biomasy naměřeny u hořčice bílé, při druhém u svazenky vratičolisté. Při třetím odběru dosáhla nejvyšší hodnoty sušiny hořčice bílá, ale nejvyšší hodnoty čerstvé biomasy měla svazenka vratičolistá. V obou hodnotách se při prvních dvou odběrech umístil sléz krmný na třetím, a mastňák habešský na čtvrtém místě. Zajímavé je, že při třetím odběru byly v této variantě nejnižší hodnoty čerstvé i nadzemní biomasy navázeny u slézu krmného. Ve variantě 2014-A bylo pořadí jednotlivých meziplodin při prvním odběru stejné jak u hodnot sušiny, tak čerstvé biomasy. Nejvyšších hodnot dosáhla hořčice bílá, dále sléz krmný, pak svazenka vratičolistá a nejnižší hodnoty byly naměřeny u mastňáku

habešského. U druhého odběru se hodnoty svazenky a slézu již odlišovaly, ale na prvním místě byla v obou hodnotách opět hořčice bílá a na posledním mastňák habešský. Při třetím odběru byly naopak nejvyšší hodnoty naměřeny u slézu krmného a to také jak v čerstvé biomase tak sušině. Hodnoty dosažené slézem potvrzují tvrzení Petříkové (2005), která uvádí schopnost slézu vyprodukovat 40 až 60 tun čerstvé hmoty na hektar. Dále nejvíce sušiny vytvořila hořčice bílá, čerstvé hmoty svazenka vratičolistá. Nejméně čerstvé biomasy i sušiny vytvořil mastňák habešský. První odběr varianty 2014-B je, co se týče pořadí meziplodin podle dosažené hmotnosti sušiny i čerstvé biomasy stejný jako ve variantě 2014-A, tedy na prvním místě hořčice bílá, následovaná slézem krmným, svazkou vratičolistou a mastňákem habešským. Ve druhém odběru v produkci sušiny hořčice bílá překonala ostatní meziplodiny. Ve třetím odběru byla hořčice nejvýnosnější z hlediska tvorby sušiny, ovšem v produkci čerstvé hmoty byla překonána slézem krmným. Také v této variantě, stejně jako ve variantě 2014-A byl ve všech odběrech, v hodnotách sušiny i čerstvé biomasy, nejméně výkonný mastňák habešský.

Při pohledu na dosažené procento sušiny je možno pozorovat zvyšující se podíl sušiny u některých meziplodin, které během pokusů přešli do generativní fáze, zejména je toto dobře patrné u hořčice ve variantě 2014-A. Přesto je z velké části % sušiny ovlivněno nasycením rostlin vodou v době odběru. Jak plyne, z grafů, které zobrazují průběh počasí během pokusů, je patrné, že některé odběry proběhly po deštích, jiné zase po období beze srážek. Pletiva rostliny tedy byla v jednotlivých odběrech různě nasycena vodou.

Pokud si tedy shrneme výsledky dosažených hmotností sušiny kořenů, můžeme pozorovat, že nejproduktivnější meziplodina je v termínu 30 dní po výsevu hořčice bílá, a to zejména v srpnových termínech výsevů. Při výsevu v červenci je výkonnější sléz krmný. Obecně ale neexistují mezi hodnotami sušiny kořenů všech sledovaných meziplodin statisticky průkazné rozdíly. Rychlost vzcházení hořčice potvrzuje například Kern (2015). Mezi prvním a druhým termínem odběru, tj. mezi 30. a 45. dnem po výsevu byl v průměru nejvyšší přírůst sušiny biomasy kořenů pozorován u hořčice bílé, nejnižší naopak u svazenky vratičolisté. Přesto, ale ani v tom to odběru neexistují mezi jednotlivými meziplodinami statisticky průkazné rozdíly. Mezi druhým a třetím odběrem, tj. mezi 45. a 60. dnem po výsevu byl nejvyšší nárůst sušiny biomasy kořenů pozorován u slézu krmného, v tomto odběru existují již statisticky průkazné rozdíly mezi hmotností sušiny biomasy slézu krmného a mastňáku habešského a svazenky vratičolisté. Také v tomto termínu odběru byla nejméně produktivní svazenka vratičolistá. Z hlediska hodnot sušiny nadzemní biomasy se pořadí dvou

nejvýkonnějších meziplodin shoduje s hodnotami kořenů, tzn., v prvních dvou odběrech byla nejproduktivnější hořčice bílá, následovaná slézem krmným. Ve třetím odběru byla hořčice také překonána slézem krmným. U mastňáku habešského a svazenky vratičolisté, se hodnoty sušiny nadzemních částí liší. V tomto kritériu byla ve všech odběrech produktivnější svazenka vratičolistá. Z toho plyne, že mastňák habešský je ve srovnání se svazenkou vratičolistou produktivnější z pohledu tvorby kořenů, zatímco svazenka je produktivnější ve tvorbě nadzemní biomasy. To potvrzuje údaje dostupné z literatury, kdy například De Baets et al. (2011) tvrdí, že svazenka tvoří velké množství jemných vláscitých kořínků, které dobře prokořeňují orniční vrstvu. Sušina těchto kořenů je velmi nízká, takže svazenka vychází z pohledu hmotnosti kořenů nejhůře. Sléz krmný dosáhl svého prvenství díky hodnotám dosažených ve variantě 2014-A, kdy dosáhl výrazně vyšších hodnot oproti zbylým meziplodinám. Rostliny slézu byly velmi mohutné, stonek měl průměr zhruba 4,5 cm, byl vyplněn dřevem. Vytvořil silné křovité kořeny. Ve srovnání s ním byly rostliny hořčice výrazně křehčí. Navíc hořčice dříve přešla do generativní fáze, což se negativně projevilo na tvorbě sušiny plodiny. Ovšem jak uvádí například Sander (2012), velké množství nadzemní biomasy nemusí být vždy žádoucí. Autor uvádí, že při bezorebném zakládání porostů do mulče, může přílišné množství biomasy meziplodin ztížit výsev.

Tabulka 20: Teoretický výnos biomasy (sušiny) z ha

	HTS	Výsevek g.m ²	Rostlin /m ²	Hmotnost jedné rostliny (g)		Hmotnost biomasy t.ha ⁻¹		
				Kořen	Nadzemní č.	Kořeny	Nadzemní č.	Celkem
Hořčice	6,5	1,5	185	0,64	5,10	1,18	9,42	10,60
Svazenka	2,0	1,0	400	0,12	2,25	0,48	9,01	9,49
Sléz	2,5	1,0	320	0,75	4,00	2,41	12,80	15,21
Mastňák	5,0	1,5	240	0,20	1,24	0,47	2,98	3,45

V tabulce 20 uvádíme teoretické výnosy biomasy z hektaru. Námi dosažené hodnoty se u všech meziplodin, vyjma mastňáku, liší od údajů jiných autorů, jako je například Vach a kol. (2009), nebo Brant a kol. (2009). Při výpočtu byla brána průměrná HTS uváděná v literatuře, klíčivost byla stanovena na 80 %, stanovení proběhlo orientačními testy před výsevem porostů. Obecně se lze domnívat, že osivo dodávaných meziplodin bude mít hodnotu klíčivost na podobné úrovni. Hmotnosti kořenů i nadzemních částí vycházejí z průměrů všech variant. U těchto hodnot se opět projevil vliv varianty 2014-A, kdy byly dosaženy výrazně vyšší hodnoty ve výnosu biomasy.

Získané výsledky tohoto výpočtu jsou tedy pouze orientační, slouží zejména pro představu rozdílu teoretické produkce biomasy mezi tradičními a netradičními meziplodinami. Je nutno přihlídnout k tomu, že rostliny rostly v ideálních podmínkách, kde byly odplevelovány. Proto je tento výpočet uveden až zde, v diskuzi, a není uváděn spolu s oficiálními výsledky v kapitole 4.3.

Ze získaných hodnot můžeme tvrdit, že hypotéza č. 1: „**Sléz krmný a mastňák habešský jsou plodiny, které poskytnou při porovnání s tradičními meziplodinami srovnatelnou produkci nadzemní a podzemní biomasy**“ je potvrzena.

Významný důvod pěstovat meziplodiny tak, aby byly na pozemku i v mimovegetačním období, byla ochrana podzemních vod před znečištěním vyplavovanými živinami, zejména dusičnany (Klír a Kozlovská, 2012; Klír a kol., 2008). Meziplodiny do svých těl poutají živiny a tím je imobilizují až do doby, než dojde k zapravení meziplodin a jejich zpětné mobilizaci. U odebraných a následně usušených rostlin ze třetích odběrů všech variant byl laboratorně stanoven obsah makroprvků – N, P, K, S, Ca a Mg a mikroprvků B, Zn, Cu, Fe, Mn a Mo. Stejně jako u hodnocení tvorby biomasy, byl i obsah prvků hodnocen zvlášť v nadzemních částech a zvlášť v kořenech.

Nejvíce poutaným makroprvkem byl K, který byl nejvíce poután v nadzemních částech i kořenech slézu krmného a v kořenech mastňáku habešského. Jeho rozdělení mezi nadzemní hmotu a kořeny bylo u většiny odebraných meziplodin rovnoměrné. Nejvyšší příjem byl naměřen u varianty 2014-B. Další významně zastoupený makroprvek byl N. Ten byl nejvíce poután v nadzemních částech mastňáku habešského a slézu krmného, v kořenech byl nejvíce zastoupen u svazenky vratičolisté a mastňáku habešského. Obecně byl ale příjem N u všech meziplodin vyrovnán a mezi hodnotami obsahu N v nadzemních částech i kořenech neexistují statisticky průkazné rozdíly. Obsah více jak 1 % byl v nadzemních částech dále naměřen u Ca, nejvíce u svazenky vratičolisté a dále u mastňáku habešského. V kořenech byl nejvyšší obsah Ca naměřen u mastňáku habešského. Na základě tohoto můžeme konstatovat, že netradiční meziplodiny jako je mastňák habešský a sléz krmný jsou schopné ve svých tělech poutat významné množství živin a zejména v případě N a Ca zabránit jejich vyplavení. Vliv varianty na odběr prvků byl nevýrazný. Hořčice bílá dosahovala u všech makroprvků, kromě S, nejnižších hodnot. K tomuto faktu zřejmě přispěly vysoké hodnoty vytvořené biomasy, které způsobily zředění živin v těle rostlin. Naopak sléz krmný, i přes velké množství vytvořené biomasy, obsahoval nejvyšší množství K.

Obsah Fe se u meziplodin lišil v jednotlivých variantách, a to zejména v nadzemních částech. Ve variantách 2014-A a 2014-B byl nejvyšší obsah Fe u mastňáku habešského a svazenky vratičolisté, zatímco ve variantě 2013 u slézu krmného. V kořenech byl nejvyšší obsah naměřen ve variantě 2013 u svazenky vratičolisté, ve variantě 2014-A u mastňáku habešského a ve variantě 2014-B u hořčice bílé. Celkově napříč všemi variantami ale neexistují mezi jednotlivými meziplodinami statisticky významné rozdíly v obsahu Fe v nadzemních částech i kořenech, přičemž nejvyšších hodnot celkově dosahoval mastňák habešský. Z dalších mikroprvků byly nejvíce obsaženy Zn a Mn. Zn byl nejvíce poután všemi meziploidy v nadzemních částech, přičemž nejvíce u hořčice bílé. V kořenech byl příjem Zn a Mn velmi vyrovnaný, u hořčice bílé byl vyšší obsah Zn, u zbylých meziplodin byl vyšší obsah Mn. Mírné rozdíly jsou také v příjmu Cu, která byla nejvíce obsažena v nadzemních částech svazenky, ale i tak je tento rozdíl statisticky neprůkazný. V kořenech byl obsah Cu u všech meziplodin vyrovnaný, stejně jako obsah Mo, který byl vyrovnaný i nadzemních částech. Také u hodnocení obsahu mikroprvků se projevil potenciál netradičních meziplodin, zejména mastňáku habešského, který obvykle dosahoval vyšších obsahů v porovnání s dalšími meziploidy.

Musíme ovšem upozornit na skutečnost, že hodnocené obsahy makro a mikroprvků nejsou brány v souvislost s dosaženými hmotnostmi nadzemní a kořenové biomasy. Pokud bychom postupovali takto, ve výsledcích by více dominovaly hořčice bílá a sléz krmný.

Jednou z důležitých vlastností vhodné meziploidy je nenáročnost jejího pěstování (Liu et al., 2015). Tím se myslí, zejména cena osiva, nenáročnosti setí, rychlost vzcházení a pokryvnost půdy a tím následná konkurenceschopnost vůči plevelům, nároky na vláhu a další. Při založení každé varianty jsme proto sledovali u všech meziplodin dobu, za kterou rostliny začaly vzcházet, plně vzešly a vytvořily první pravé listy. Při odběrech byla zaznamenána výška a stav rostlin. Zároveň byly zaznamenávány srážkové úhrny, které byly korigovány s 8 km vzdálenou meteorologickou stanicí, ze které byly získány také údaje o denním průběhu teplot. Ukázalo, že sledované plodiny nejsou mimořádně náročné na založení porostu, lze je zakládat běžnými technologickými postupy.

Na základě získaných údajů můžeme konstatovat, že nejrychleji vzchází hořčice bílá, u které bylo možné pozorovat první rostliny již 3 den po výsevu, plně vzešla 5 až 7 den po výsevu a první pár pravých listů bylo možné pozorovat 9 až 13 den po výsevu. Svazenka vratičolistá vzchází přibližně od 2 dny déle, plně vzejití i pravé listy mají ve srovnání s hořčicí zpoždění 1 až 2 dny, tj. 6 až 7 den po výsevu a pravé listy se vytvořily 13 až 15 den po

výsevu. Sléz krmný vzchází pomaleji. První rostliny se objevily nejdříve 5 den po výsevu, plně porost vzešel 8 den po výsevu a pravé listy se vytvořily 14 až 15 den. Nejpomalejší vývoj měl mastňák habešský. U mastňáku první rostliny vzešly 6 až 7 den po výsevu. Plně vzešlý byl porost 8 až 9 den a pravé listy se vytvořily 16 až 19 den po výsevu. Další vývoj měl stejnou tendenci, nejbunějnější vzrůst měla ve všech variantách hořčice bílá, u které byla vždy naměřena nejvyšší výška. Nejnížší rostliny byly naopak vždy naměřeny u mastňáku habešského. Toto přímo souviselo se zaplevelením porostů. Hořčice bílá i svazenka vratičolistá bez problémů konkurovaly plevelům během vzcházení a později samy plevel dobře potlačovaly, v tom se shodujeme s údaji uváděnými Brustem et al.. (2014). Sléz krmný bylo nutné částečně odplevelit ve fázi dvou párů pravých listů. V pozdějších fázích díky vytvoření mohutných listů sléz sám plevel plně potlačil. Mastňák habešský musel být u všech variant 2 – 3 krát odplevelen, jeho porost nikdy nedosáhl takové pokrývnosti, aby mohl být dostatečně konkurenceschopný vůči plevelům.

Dalším kritériem, které rozhoduje o náročnosti meziplodin, je množství srážek potřebných pro vytvoření dostatečného množství biomasy (Hladík a kol., 2012). Pro toto stanovení byla dána do poměru celková hmotnost vytvořené biomasy a množství srážek. Získané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21: Poměr srážek (v mm) k tvorbě 1 g sušiny celkové biomasy

Varianta	Hořčice	Svazenka	Sléz	Mastňák
2013	89,15	100,90	179,26	151,80
2014-A	11,03	18,59	8,38	29,76
2014-B	23,47	97,65	29,28	274,53
Průměr	41,22	72,38	72,30	152,03

Na základě vypočtených hodnot v tabulce 21 můžeme konstatovat, že nejméně srážek na vytvoření 1 gramu sušiny celkové biomasy plodiny potřebuje hořčice bílá, nejvíce náročný je naopak mastňák habešský. Svazenka vratičolistá a sléz krmný jsou v tomto kritériu vyrovnané. Je ale nutné upozornit na to, že se jedná pouze o orientační výpočet. Pro přesné stanovení by bylo zapotřebí počítat s transpiračními koeficienty rostlin a provést detailnější měření.

Vzhledem k získaným údajům se dá hořčice bílá označit za meziplodinu s nejrychlejším vzcházením, nejbunějnějším růstem a s nejnížší potřebou srážek na nárůst biomasy. Obdobně je na tom svazenka vratičolistá, sléz krmný vzchází pomalu a je

v počátcích růstu vystaven konkurenci plevelů, pokud ji překoná, dále plevele již sám dobře potlačuje. Nároky na vodu má ale obdobné jako svazenka. Mastňák habešský vzchází pomalu, je silně zaplevelován a zároveň má také nejvyšší nároky na vodu. Můžeme tedy tvrdit, že hypotéza č. 2: „**Sléz krmný a mastňák habešský jsou náročnější na podmínky pěstování, zejména na vláhu než hořčice bílá či svazenka vratičolistá**“ je potvrzena.

6 Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit pokus sledující tvorbu biomasy vybraných meziplodin. Na základě vlastní analýzy posoudit produkční schopnost vybraných meziplodin, zejména produkce kořenové hmoty. Doporučit u sledovaných meziplodin jejich konkrétní užití.

Tři testované druhy – hořčice bílá, svazenka vratičolistá a sléz krmný byly v seznamu meziplodin doporučených pro agroenvironmentální využití již v minulých letech, přičemž sléz krmný nebyl pěstován. Mastňák habešský je plodina v našich poměrech neznámá, přesto je nyní zařazena na seznamu povolených meziplodin a je tedy vysoce pravděpodobné, že bude nabízen jako komponenta v dodávaných směsí meziplodin. Práci považujeme za přínosnou pro zemědělskou praxi, protože přináší reálné porovnání produkčních schopností tradičních a neznámých, respektive nepěstovaných meziplodin, se kterými se budeme v následujících letech setkávat na polích pravděpodobně častěji. Na základě provedeného experimentu jsme došli k těmto závěrům:

- Hořčice bílá má z testovaných druhů nejrychlejší vzcházení, nejbujnější růst, je nejméně náročná na vláhu a zejména v srpnových termínech výsevu poskytuje nejvyšší množství biomasy (sušiny).
- Svazenka vratičolistá vzchází rychle, má bujný růst, vytváří nízký, ale kompaktní porost, z testovaných meziplodin poskytovala druhý nejnižší výnos, ale je tolerantní k srpnovým výsevům.
- Sléz krmný má pomalé vzcházení, z počátku málo konkuruje plevelům a mohl by jimi být omezen. Ve vyšších růstových fázích je porost bujný a dobře potlačuje plevelné rostliny. Nároky na vláhu má podobné jako svazenka vratičolistá. Poskytuje velké množství nadzemní i kořenové biomasy. Porost založený na počátku července překonal v tvorbě biomasy jednoznačně všechny ostatní meziplodiny, ale jako výkonný se ukázal také při srpnových výsevech.
- Mastňák habešský vzcházel z testovaných druhů nejpomaleji. Má nízkou konkurenci a je tak snadno zaplevelován. Oproti ostatním druhům je velmi náročný na vláhu. Je nutné porosty založit nejpozději v červenci, srpnové termíny výsevu rostliny snášely špatně a produkce biomasy byla ve srovnání s ostatními meziplodinami výrazně nižší, navíc je zde vysoké riziko poškození porostů přizemními mrazy, na které je mastňák citlivý. Porost založený v červenci ovšem dokázal vytvořit velké množství zejména

kořenové biomasy. Jeho výhodou je tolerance k délce dne – jako jediná meziplodina totiž v žádné variantě nepřešel do generativní fáze.

Meziplodiny byly dále testovány na schopnost poutat ve svých orgánech makro- a mikroprvky. Při tomto zkoumání jsme došli k následujícím závěrům:

- Nejvíce poutanými makroprvky jsou K, N a Ca
- Nejvíce poutanými mikroprvky jsou Fe, Zn a Mn
- Sléz krmný a mastňák habešský v obsahu většiny hodnocených prvků překonaly, nebo se vyrovnaly hořčici bílé a svazence vratičolisté
- Mezi jednotlivými variantami nebyly v obsahu většinou shledány statisticky průkazné rozdíly

Doporučení pro praxi: Hořčice bílá a svazanka vratičolistá jsou osvědčené, nenáročné meziplodiny. Je vhodné zakládat jejich porosty zhruba od druhé dekády srpna (svazenku v chladnějších oblastech dříve) a použít jejich porosty jako zelené hnojení, nebo jako pokryv půdy v mimovegetačním období a zapravit je až následně na jaře, nebo je využít jako mulč pro protierozní opatření. V rámci plnění podmínky vytvoření ploch v ekologickém zájmu je tady vhodné volit směsi meziplodin obsahující hořčici a svazenku pro ozimou variantu výsevu. Sléz krmný je meziplodina s vysokým produkčním potenciálem. Jeho porosty je ideální založit do konce měsíce července. Je tedy možné doporučit sléz krmný jako jednu z komponent do směsi meziplodin pro letní termín výsevu – do 31.7. Mastňák habešský je schopný dobrého prokořenění půdy, v produkci nadzemní biomasy zaostává za zbylými meziplodinami. Jeho porost je nutné založit během července, takže ho lze stejně jako sléz doporučit jako komponentu jen do směsi meziplodin pro letní termín výsevu.

7 Použité zdroje

1. Aigner, A. 2000. Zwischenfruchtbau. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Freising – München.
2. Babulicová, M., Kotorová D., Sekerková M., Malovcová L. 2011. Dôsledky vyššieho podielu hustosiatych obilnín v osevných postupoch na vlastnosti pôdy, produkčnú schopnosť, výskyt chorôb a zaburinenosť porastov. Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany. 138 s. ISBN: 978-80-89417-35-3.
3. Badalíková, B., Bártlová, J. 2012a. Význam hnojení organickou hmotou. Úroda. 60 (10). s. 28 -30.
4. Badalíková B., Bártlová, J. 2012b. Zamezení vodní eroze při využití meziplodin. In CD: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, vědecká příloha časopisu Úroda. 60 (12). s. 255 – 258. ISSN 0139-6013.
5. Badalíková, B., Hrubý J. 2009. Metodika 6/09 Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy. Zemědělský výzkum, spol. s. r. o. Troubsko. 10 s. ISBN: 978-80-86908-11-3.
6. Baranyk, P., Fábry, A. a kol. 2007. Řepka - pěstování - využití - ekonomika. Profi Press s. r. o. Praha. 208 s. ISBN: 978-80-86726-26-7
7. Baumgärtel, G. 2008. Organische Dünger zu Zuckerrüben nach der Getreideernte. Zuckerrübe 57 (4). s. 197 - 201
8. Brant V., Balík J., Fuksa P., Hakl J., Holec J., Kasal P., Neckář K., Pivec J., Prokinová E. 2008. Meziplodiny. Kurent s. r. o. České Budějovice. 86 s. ISBN: 978-80-87111-10-9.
9. Br, V., Kroulík, M., Pivec, J., Záborský, P. 2011. Eliminace vodní eroze – obecné principy. Farmář. 17 (12). s. 21 – 23.
10. Brust, J., Claupein, W., Gerhards, R. 2014. Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. Crop Protection. 63. s. 1 – 8
11. ČSÚ. 2015. Plocha osevů, stav ke dni 31. 5. 2014 [online]. [cit. 2014-1-12] Dostupné z http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0020UU&vo=tabu&kapitola_id=11

12. ČSÚ. 2012. Plocha osevů, stav ke dni 31. 5. 2012 [online]. [cit. 2012-12-5]
Dostupné z
<http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0020UU&vo=tab-tabu&kapitola_id=11>
13. De Baets, S., Poesen, J., Meersmans, J., Serlet, L. 2011. Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *Catena* 85 (3). s. 237 – 244
14. Dierauer, H. U., Stöppler - Zimmer, H. 1994. Unkrautregulierung ohne Chemie. Eugen Ulmer. Stuttgart. 134 s. ISBN: 978-3-8001-4096-1
15. Eßer, C. 2008. Mulchsaat bei Zuckerrüben – etabliert, aber nicht ohne Risiken. *Zuckerrübe* 57 (4). s. 192 – 193.
16. Eßer, C., v. Look, M. 2011. Ist der Zwischenfruchtanbau noch zeitgemäß? *Zuckerrübe* 60 (4). s. 39 – 41.
17. Flohrová, A. 1998. Význam meziplodin v systému hospodaření na půdě. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. ISBN: 80-86153-90-8.
18. Florentín, M. A., Peñalva, M., Calegari, A., Derpsch, R. 2011. Green manure/cover crops and crop rotation in Conservation Agriculture on small farms. Rome. Plant production and protection division FAO. 97 s. ISBN: 978-92-5-106856-4.
19. Freyer, B. 2003. Fruchtfolgen. Eugen Ulmer. Stuttgart. 230 s. ISBN: 978-3-8001-3576-9.
20. Hladík, J., Vopravil, J., Novotný, I., Vrabcová, T. 2012. Protierozní ochrana při pěstování kukuřice. *Úroda* 60 (7). s. 10 – 11.
21. Hofmann, B., Bischoff J. 2008. Wie reagiert den Boden auf Pflugverzicht und Direktsaat? *Zuckerrübe* 57 (2). s. 82 – 85.
22. Hodoval, J., Pulkrábek, J. 2012. Nepotravinářské využití čiroku cukrového v podmínkách ČR. *Úroda* 60 (10). s. 51 – 54.
23. Hůla, J., Janeček, M., Kovářiček, P., Bohuslávka, J. 2003. Agrotechnická protierozní opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha. 47 s. ISSN 1211-3972.
24. Hůla, J., Procházková, B., a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profí Press s.r.o. Praha. 246s. ISBN: 978-80-86726-28-1.
25. Chochola, J. 2011. Vliv nematodů *Heterodera Schachtii* Schmidt na výnos cukrové řepy. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 127 (12). s. 379 – 383 cit. [2013-1-25] Dostupné také z <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/379-383.pdf>
26. Ježek, J., Krofta, K., Křivánek, J. 2012. Využití mastňáku habešského k zelenému hnojení ve chmelnici. *Úroda* 60 (1) s. 38 – 40.

27. Jirglová, M., Shejbal, P. 2012. Žito živí české bioplynové stanice. *Úroda* 60 (10). s. 44.
28. Jursík, M., Holec, J., Hamouz, P., Soukup, J. 2011. *Plevele - biologie a regulace*. Kurent s. r. o. České Budějovice. 232 s. ISBN: 978-80-87111-27-7.
29. Kern, R. 2015. Mehrjährige Erfahrungen mit Zwischenfruchtmischungen [online]. [cit 2015-1-5] Dostupné z <<https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lraka/Fachinformationen/Pflanzenbau/Zwischenfruchtmischungen%20%28NXPowerLite%29.pdf>>
30. Khel, T. 2014. Seriál: Základní pojmy o půdě. Balance organických látek v půdě. *Úroda* 62 (10). s. 48
31. Klír, J., Wollnerová, J., Růžek, P., Haberle, J., Kunzová, E. 2008. *Zásady správné zemědělské praxe pro ochranu vod před znečištěním dusičnany*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 24 s. ISBN 978-80-87011-64-5.
32. Klír, J., Kozlovská, L. 2012. *Zemědělské hospodaření ve zranitelných oblastech*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 64 s. ISBN: 978-80-7427-123-6.
33. Klír, J., Kozlovská, L. 2015. Podmínky pro dotace v roce 2015 [online]. [cit 2015-2-28]. Dostupné z <[http://www.vurv.cz/sites/File/Dotace%20\(150310\).pdf](http://www.vurv.cz/sites/File/Dotace%20(150310).pdf)>
34. Liu, J., Bergkvist, G., Ulen, B. 2015. Biomass production and phosphorus retention by catch crops on clayey soils in southern and central Sweden. *Field Crops Research* (171). s. 130-137
35. Ministerstvo zemědělství (MZe). 2009 Situační a výhledová zpráva - půda, listopad 2009. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 91 s. ISBN: 80-7084-800-5. Dostupné také z <http://eagri.cz/public/web/file/45535/puda_11_2009.pdf>
36. Ministerstvo zemědělství (MZe) 2012a. Metodika k provádění nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření, ve znění pozdějších předpisů. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 76 s. ISBN: 978-80-7434-025-3. Dostupné také z <http://eagri.cz/public/web/file/154584/metodika_AEO_2012_web.pdf>
37. Ministerstvo zemědělství (MZe) 2012b. Příručka "Průvodce zemědělce kontrolou podmíněnosti platný pro rok 2012". Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. Dostupné také z <http://eagri.cz/public/web/file/173313/CC_2012_aktualizace_zari.pdf>

38. Ministerstvo zemědělství (MZe). 2013. [online] Aktuální znění standardu GAEC 2 od 1. 1. 2013. [cit. 2013-1-15] Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-pudy/eroze-pudy/aktualni-zneni-standardu-gaec-2-od-1-1.html>>
39. Ministerstvo zemědělství (MZe). 2015. [online] Průvodce zemědělce Kontrolou podmíněnosti platný pro rok 2015. Praha. [cit. 2015-3-5] Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/365514/IV_Prirucka_CC_vlastni_material_web.pdf>
40. Petříková, V. 2005. Pěstování rostlin pro energetické účely. Výzkumný ústav rostlinné výroby. v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 32 s. ISBN: 80-239-5497-0
41. Podrábský, M. 2012. Přínos meziplodin našemu poli. Úroda 60 (10). s. 50
42. Procházka, J., Procházková, B., Dovrtěl, J. 2010. Dotace na pěstování meziplodin. Úroda 58 (5), s. 66 – 67.
43. Procházková, B., Dovrtěl, J., Procházka, J., Pelikán, J., Hrubý, J., Badalíková, B. 2001. Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 29 s. ISBN 80-7881-083-4.
44. Ramadan, M. F., Mörsel, J. T. (2002): Proximate neutral lipid composition of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed. Czech J. Food Sci. (20). s. 98–104
45. Sander, G. 2012. Vorteile der „Schlitzsaat“ nutzen. Zuckerrübe 61 (2). s. 42 – 46.
46. Schmidt, A., Gläser, H. 2012. Anbau von Zwischenfrüchten, Auswertung der Versuchsanlagen 2011/2012. [online]. [cit 2015-1-10]. Dostupné z <<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14650>>
47. Státní zemědělský intervenční fond (SZIF). 2013. Plocha meziplodin v AEO. Osobní sdělení.
48. Státní zemědělský intervenční fond (SZIF). 2015. Plocha meziplodin v AEO. Osobní sdělení.
49. Šarapatka, B., Urban, J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Pro-bio Svaz ekologických zemědělců. Šumperk. 1. Vydání. 502 s. ISBN 978-80-903583-0-0
50. Vach, M., Haberle, J., Procházka, J., Procházková, B., Hermuth, J., Květoň, V., Káš, M., Javůrek, M., Svoboda, P., Dvořáček, V. 2009. Pěstování strniskových meziplodin. Výzkumný ústav rostlinné výroby. v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 34 s. ISBN: 978-80-7427-009-3.
51. Vach, M., Javůrek, M. 2008. Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. Výzkumný ústav rostlinné výroby. v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 20 s. ISBN: 978-80-87011-58-4.

52. Vach, M., Haberle, J., Javůrek, M., Procházka, J., Procházková, B., Suškevič, M., Neudert, L. 2005. Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. Výzkumný ústav rostlinné výroby. v. v. i. Praha 6 – Ruzyně. 36 s. ISBN: 80-7271-157-1.
53. Wollenweber, D. 2012. Bodenbearbeitung und Mulchsaat nach dem mäßigen Winter. Zuckerrübe 61 (1). s. 30 – 34.
54. Wollenweber, D., Stemann, H., Stemann, G. 2011. Mulchsaatstrategien an die aktuellen Bedingungen anpassen . Zuckerrübe 60 (1). s. 32 – 35.
55. Zimolka a kol. 2008. Kukuřice. Profi Press s. r. o. Praha. 200 s. ISBN: 978-80-86726-31-1.

8 Přílohy

8.1 Plochy meziplodin v rámci AEO

Tabulka 22: Plochy meziplodin v rámci žádostí AEO (SZIF, 2013; 2015, osobní sdělení)

Poř. číslo	Meziplodina	Osetá plocha (ha)				
		2010	2011	2012	2013	Průměr
1	srha laločnatá	23	111,39	94,71	0	57,28
2	kostřava červená	447,36	65,91	29	63,91	151,55
3	žito trsnaté (lesní)	434,52	604,99	325,57	675,84	510,23
4	jílek mnohokvětý	69	51,65	11	30,65	40,58
5	jílek jednoletý	121,6	146,39	176,96	14,59	114,89
6	jílek jednoletý + jílek vytrvalý	0	0	0	0	0,00
7	jílek vytrvalý	0	0	57,61	0	14,40
8	hořčice bílá	63 609,73	66 212,26	62 664,70	61 428,35	63 478,76
9	svazenka vratičolistá	12 133,48	12 020,57	15 715,07	15 477,61	13 836,68
10	pohanka obecná	210,23	225,41	422,37	181,72	259,93
11	slunečnice roční	23,32	0	0	0	5,83
12	ředkev olejná	0	133,39	40,99	0	43,60
13	řepka jarní	296,92	544,92	368,3	274,22	371,09
14	světlice barvířská (saflor)	0	0	16,69	0	4,17
15	sléz krmný	0	0	0	0	0,00
16	lesknice kanárská	148,71	127,67	6	6	72,10
17	peluška (hrách setý rolní)	616,48	902,33	1 115,13	1211,18	961,28
18	lnička setá	0	0	0	0	0,00
19	lupina žlutá	0	0	0	58,92	14,73
20	lupina bílá	18,74	107,86	103,19	60,58	72,59
21	směsi uvedených druhů	2 515,47	2 291,15	2 158,16	2 504,53	2 367,33
	Celková plocha:	80 747,37	83 545,89	83 305,45	81 988,10	82 377,00

8.2 Seznam meziplodin v AEO a EFA

Tabulka 23: Srovnání seznamů meziplodin v starých AEO a nově povolených pro EFA v rámci greeningu (MZe, 2013; 2015; Klír a Kozlovská, 2015; upraveno):

	Meziplodina	Původní AEO	EFA
1	srha laločnatá*	X	X
2	kostřava červená*	X	X
3	žito trsnaté (lesní)	X	X
4	bojínek luční*		X
5	Festulolium sp.*		X
6	kostřava luční *		X
7	kostřava rákosovitá*		X
8	jílek mnohokvětý*	X	X
9	jílek jednoletý	X	
10	jílek jednoletý + jílek vytrvalý	X	
11	jílek vytrvalý*	X	X
12	hořčice bílá	X	X
13	svazenka vratičolistá	X	X
14	pohanka obecná	X	X
15	slunečnice roční	X	X
16	ředkev olejná	X	X
17	řepka jarní	X	X
18	světlice barvířská (saflor)	X	
19	sléz krmný	X	X
20	lesknice kanárská	X	X
21	peluška (hrách setý rolní)	X	X
22	lnička setá	X	X
23	lupina žlutá	X	X
24	lupina bílá	X	
25	bér vlašský		X
26	čirok zrnový		X
27	mastňák habešský		X
28	vikev ozimá panonská		X
29	proso seté		X
30	oves setý		X
31	jetel nachový - inkarnát		X
32	koriandr setý		X
33	krambe habešská		X

* trávy povolené do podsevu

8.3 Podrobné statistické vyhodnocení

Tabulka 24: Podrobné vyhodnocení ke grafu 7 - vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene – varianta 2013

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Kořeny (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00032, sv = 8,0000				
	Meziplodina	1	2	3	4
		,15866	,18977	,31286	,12422
1	Mastňák		0,226551	0,000241	0,167096
2	Sléz	0,226551		0,000340	0,009228
3	Hořčice	0,000241	0,000340		0,000231
4	Svazenka	0,167096	0,009228	0,000231	

Tabulka 25: Podrobné vyhodnocení ke grafu 16 - vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní části – varianta 2013

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Nadzemní část (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00587, sv = 8,0000				
	Meziplodina	1	2	3	4
		,81147	,72100	1,7055	1,5497
1	Mastňák		0,508072	0,000231	0,000233
2	Sléz	0,508072		0,000231	0,000231
3	Hořčice	0,000231	0,000231		0,136107
4	Svazenka	0,000233	0,000231	0,136107	

Tabulka 26: Podrobné vyhodnocení ke grafu 10 - vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene – varianta 2014-A

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Kořeny (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00487, sv = 8,0000				
	Meziplodina	1	2	3	4
		1,1445	4,9240	2,3577	,64138
1	Mastňák		0,000231	0,000231	0,000295
2	Sléz	0,000231		0,000231	0,000231
3	Hořčice	0,000231	0,000231		0,000231
4	Svazenka	0,000295	0,000231	0,000231	

Tabulka 27: Podrobné vyhodnocení ke grafu 19 - vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní části – varianta 2014-A

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Nadzemní část (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00308, sv = 8,0000				
	Meziplodina	1	2	3	4
		6,9432	23,576	19,291	12,213
1	Mastňák		0,000231	0,000231	0,000231
2	Sléz	0,000231		0,000231	0,000231
3	Hořčice	0,000231	0,000231		0,000231
4	Svazenka	0,000231	0,000231	0,000231	

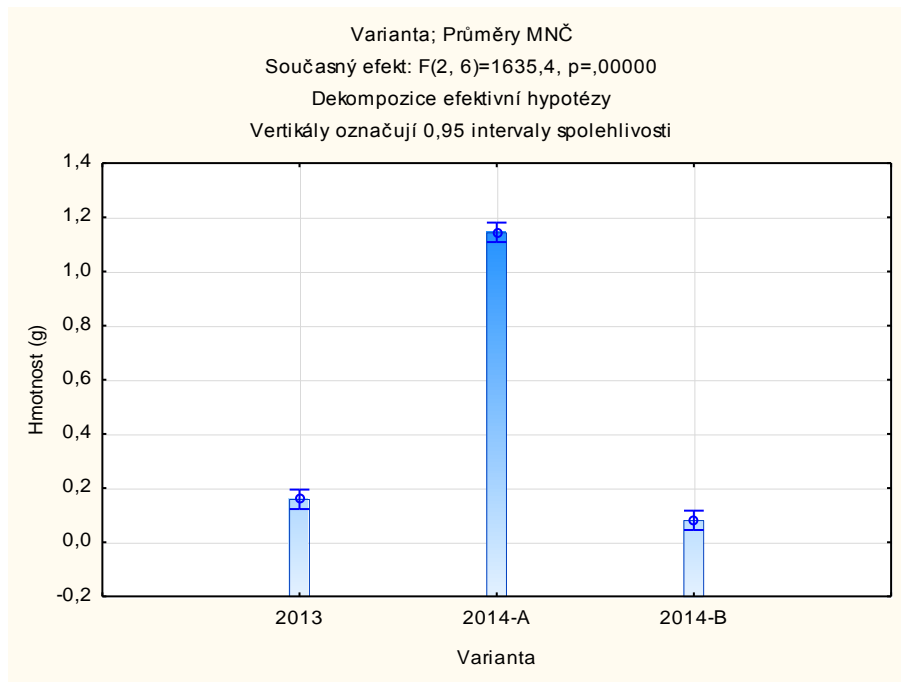
Tabulka 28: Podrobné vyhodnocení ke grafu 13 – vliv meziplodiny na tvorbu sušiny kořene – varianta 2014-B

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Kořeny (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00028, sv = 8,0000				
	Meziplodiny	1	2	3	4
		,08098	,53091	,78700	,05500
1	Mastňák		0,000231	0,000231	0,295355
2	Sléz	0,000231		0,000231	0,000231
3	Hořčice	0,000231	0,000231		0,000231
4	Svazenka	0,295355	0,000231	0,000231	

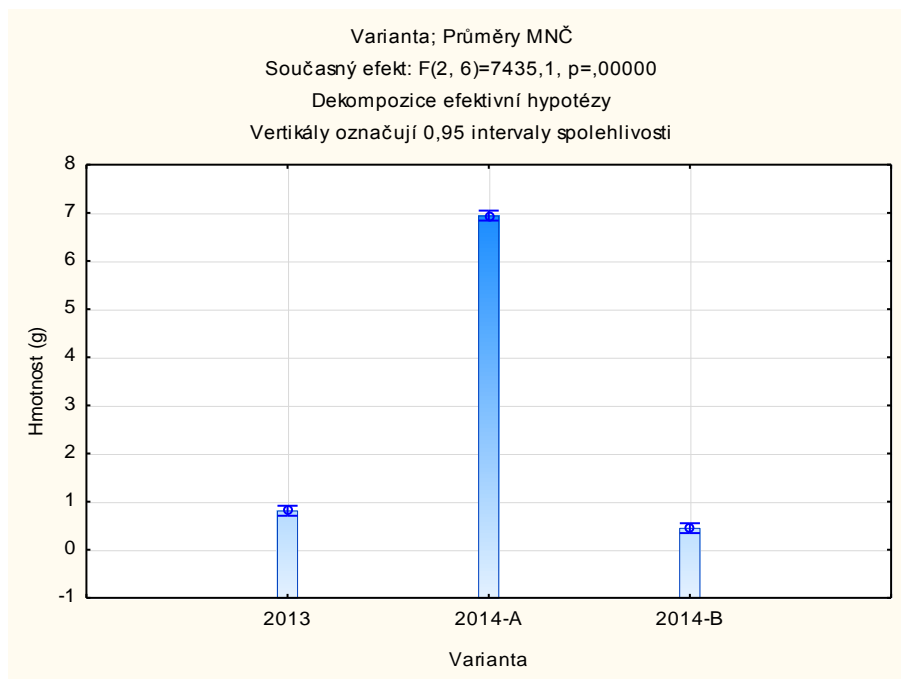
Tabulka 29: Podrobné vyhodnocení ke grafu 22 - vliv meziplodiny na tvorbu sušiny nadzemní části – varianta 2014-B

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Nadzemní část (ANOVA2) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00149, sv = 8,0000				
	Meziplodiny	1	2	3	4
		,44889	4,4185	5,4759	1,4300
1	Mastňák		0,000231	0,000231	0,000231
2	Sléz	0,000231		0,000231	0,000231
3	Hořčice	0,000231	0,000231		0,000231
4	Svazenka	0,000231	0,000231	0,000231	

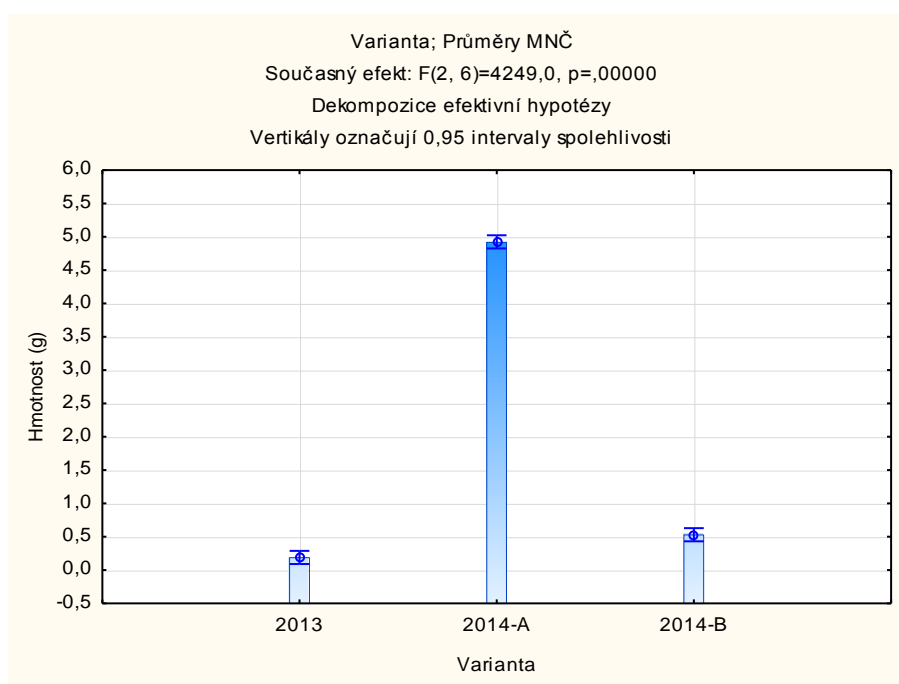
Graf 37: Vliv varianty na hmotnost sušiny kořene mastňáku



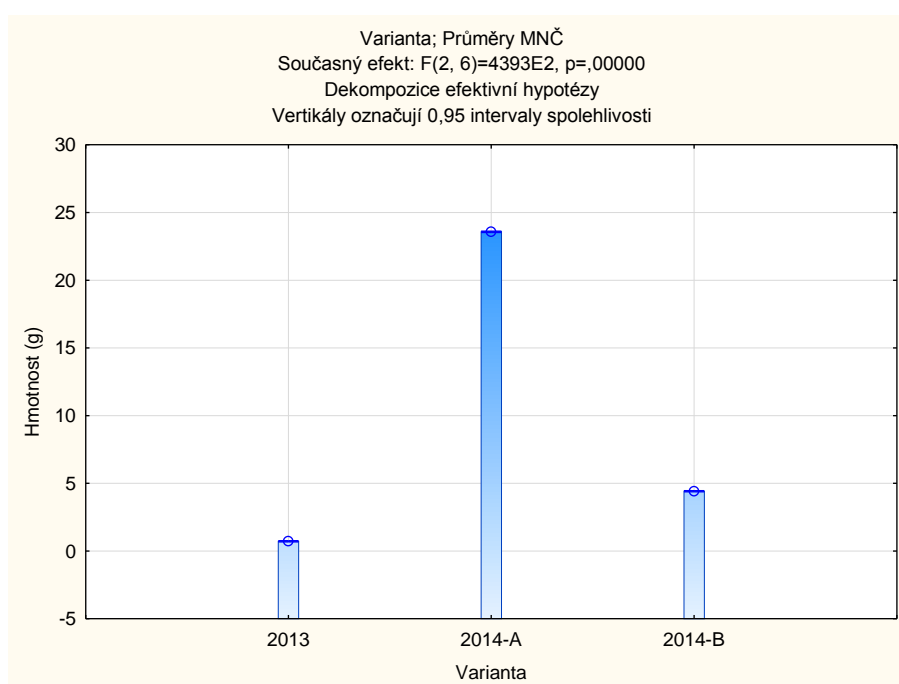
Graf 38: Vliv varianty na hmotnost sušiny nadzemní hmoty mastňáku



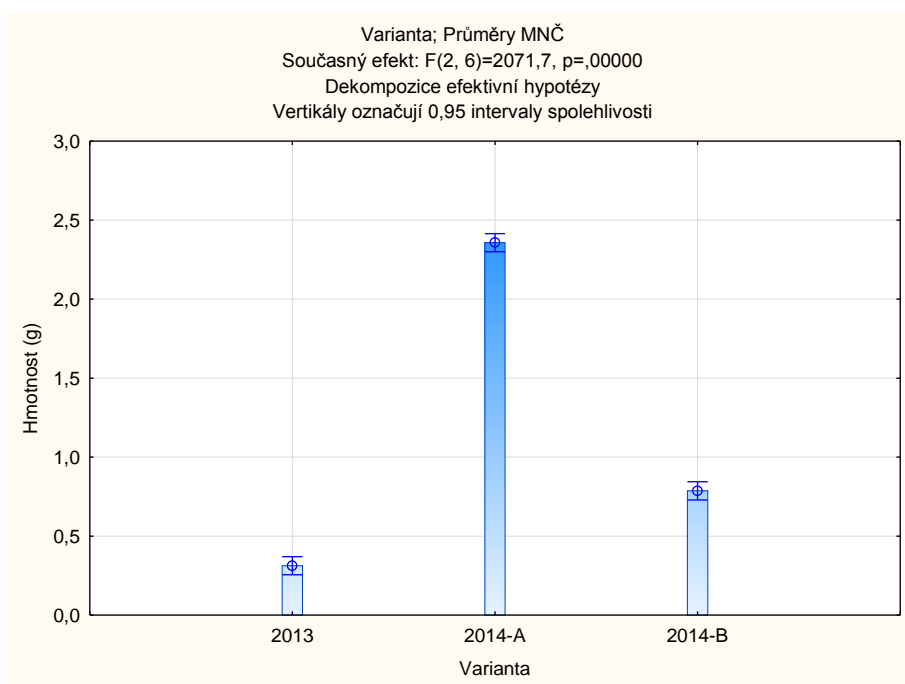
Graf 39: Vliv varianty na hmotnost sušiny kořene slézu



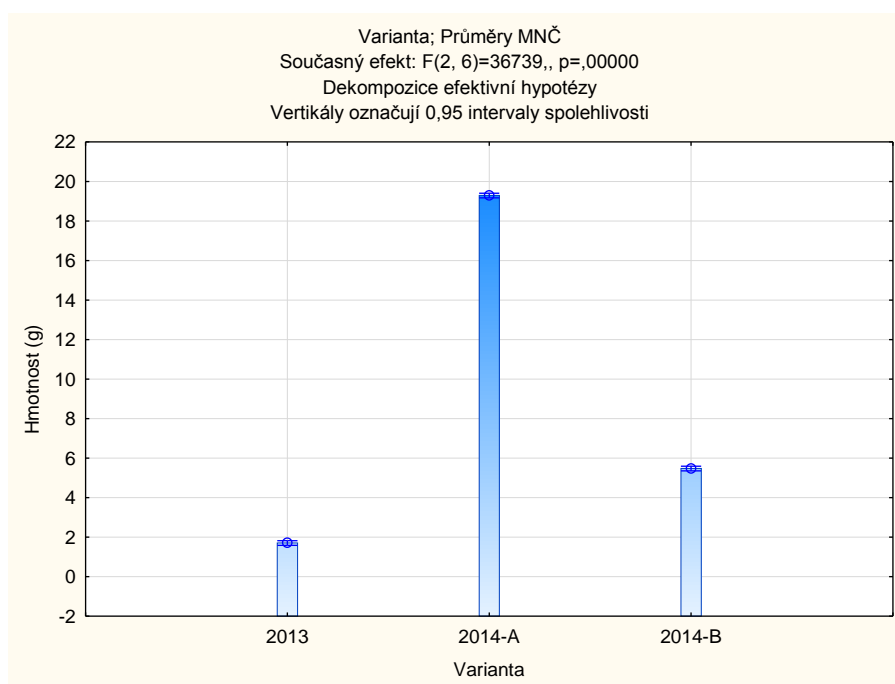
Graf 40: Vliv varianty na hmotnost sušiny nadzemní hmoty slézu



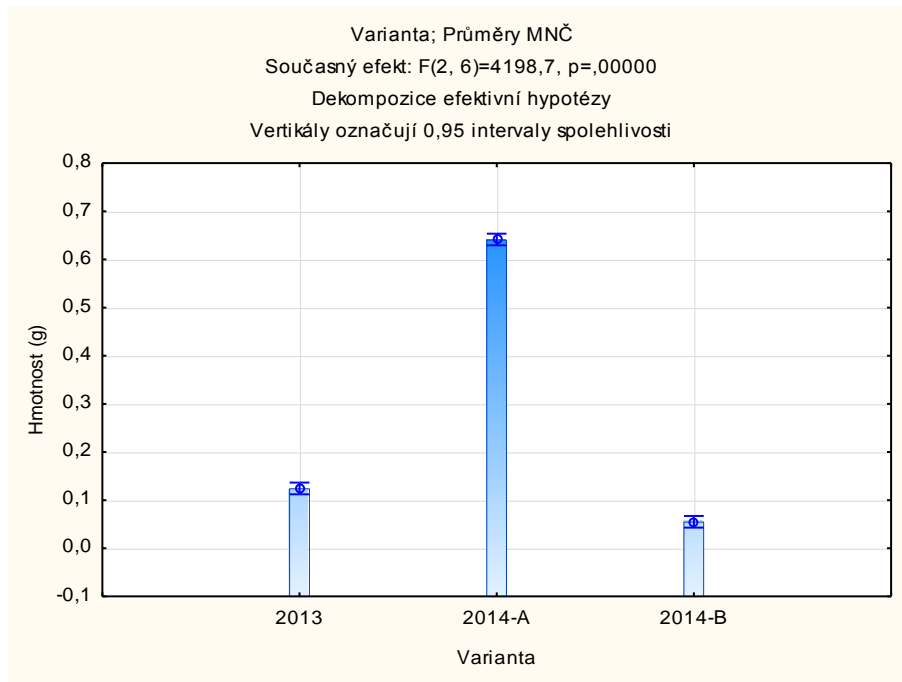
Graf 41: Vliv varianty na hmotnost sušiny kořene hořčice



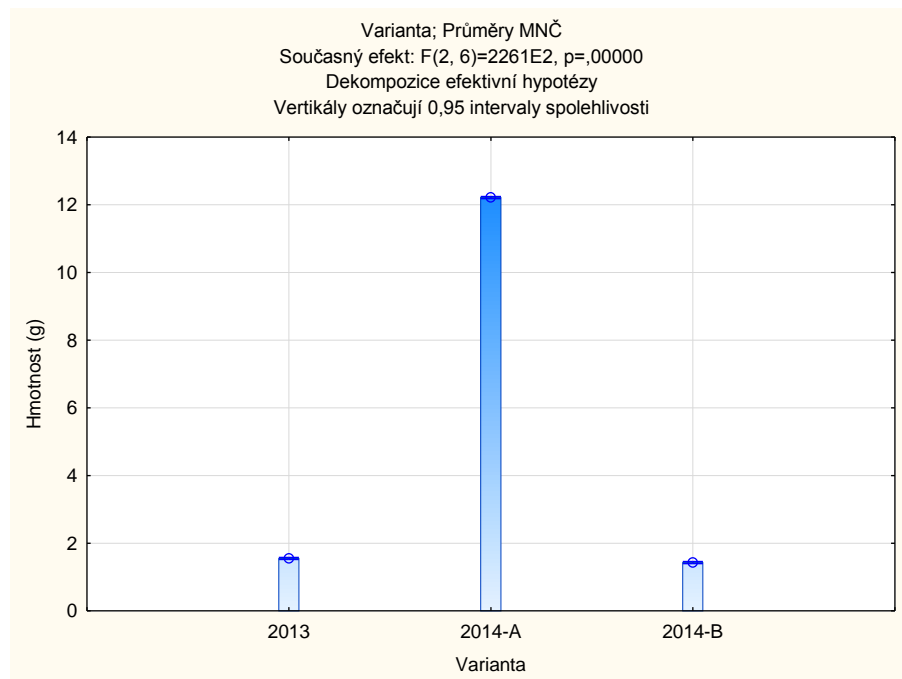
Graf 42: Vliv varianty na hmotnost sušiny nadzemní hmoty hořčice



Graf 43: Vliv varianty na hmotnost sušiny kořene svazenky



Graf 44: Vliv varianty na hmotnost sušiny nadzemní hmoty svazenky



Tabulka 30: Podrobné vyhodnocení ke grafu 37 - hmotnost sušiny kořene mastňáku

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00064, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,15866	1,1445	,08098
1	2013		0,000227	0,022419
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,022419	0,000227	

Tabulka 31: Podrobné vyhodnocení ke grafu 38 - hmotnost sušiny nadzemní hmoty mastňáku

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00537, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,81147	6,9432	,44889
1	2013		0,000227	0,002392
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,002392	0,000227	

Tabulka 32: Podrobné vyhodnocení ke grafu 39 - hmotnost sušiny kořene slézu

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00492, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,18977	4,9240	,53091
1	2013		0,000227	0,002595
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,002595	0,000227	

Tabulka 33: Podrobné vyhodnocení ke grafu 40 - hmotnost sušiny nadzemní hmoty slézu

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00103, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,72100	23,576	4,4185
1	2013		0,000227	0,000227
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,000227	0,000227	

Tabulka 34: Podrobné vyhodnocení ke grafu 41 - hmotnost sušiny kořene hořčice

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00166, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,31286	2,3577	,78700
1	2013		0,000227	0,000231
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,000231	0,000227	

Tabulka 35: Podrobné vyhodnocení ke grafu 42 - hmotnost sušiny nadzemní hmoty hořčice

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00700, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		1,7055	19,291	5,4759
1	2013		0,000227	0,000227
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,000227	0,000227	

Tabulka 36: Podrobné vyhodnocení ke grafu 43 – hmotnost sušiny kořene svazenky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00007, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		,12422	,64138	,05500
1	2013		0,000227	0,000356
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,000356	0,000227	

Tabulka 37: Podrobné vyhodnocení ke grafu 44 - hmotnost sušiny nadzemní hmoty svazenky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Hmotnost (g) (ANOVA3) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: Between MSE = ,00051, sv = 6,0000			
	Varianta	1	2	3
		1,5497	12,213	1,4300
1	2013		0,000227	0,001722
2	2014-A	0,000227		0,000227
3	2014-B	0,001722	0,000227	

8.4 Fotografie mezplodin v pokusech

Obr. 8: Semena hořčice bílé

Obr. 9: Semena slézu krmného

Obr. 10: Semena svazenky vratičolistá

Obr. 11: Semena mastňáku habešského

Obr. 12: Rostliny hořčice ve fázi prvních pravých listů

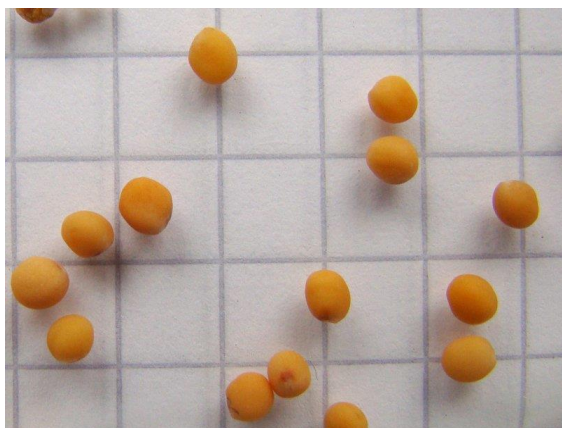
Obr. 13: Rostliny slézu ve fázi prvních pravých listů

Obr. 14: Rostliny mastňáku ve fázi prvních pravých listů

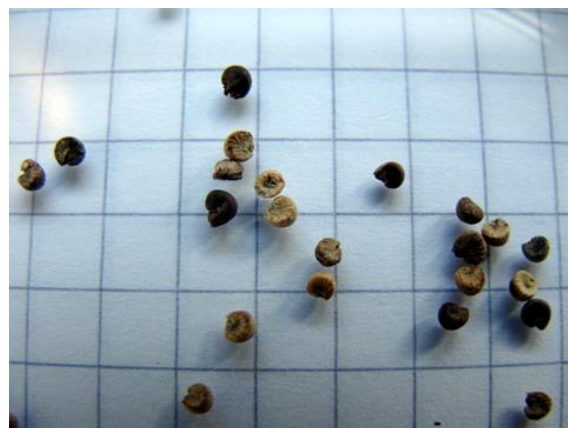
Obr 15: Sléz krmný

Obr. 16: Mastňák habešský – kvetoucí rostlina

Obr. 17: Hořčice bílá – kvetoucí rostlina



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12



Obr. 13



Obr. 14



Obr. 15



Obr. 16



Obr. 17