

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Vlastnosti biodegradabilních mulčovacích materiálů  
a jejich využití při polní produkci**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Petra Pekařová**

**Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vlastnosti biodegradabilních mulčovacích materiálů a jejich využití při polní produkci" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. 4. 2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Petru Dvořákovi Ph.D. za cenné odborné rady, ochotu a připomínky při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu a trpělivost během mého studia.

# Vlastnosti biodegradabilních mulčovacích materiálů a jejich využití při polní produkci

## Souhrn

Diplomová práce se zabývá popisem vlastností biodegradabilních materiálů a jejich využitím při polní produkci u pěstování brambor. Obsahuje rozdělení těchto materiálů, zhodnocuje současný stav a zmiňuje přínosy a negativa jednotlivých materiálů.

Podrobně se zabývá vlivem mulče na mikroklima půdy (teplotu půdy, na hospodaření s půdní vláhou), na objemovou hmotnost půdy, na výskyt plísně bramboru na hlízách, na regulaci výskytu mandelinky bramborové, na výživný stav porostu, na obsah chlorofylu v listech a na výnos hlíz.

Praktická část a navazující hodnocení probíhalo na Výzkumné stanici v Praze – Uhřetěvesi. V polním pokusu byly porovnány čtyři varianty mulčování a to: varianta bez mulče (K), černá biodegradabilní folie (F), střednědobá papírová rohož (SD), sláma aplikovaná před vzejitím (SLVZ) a rostlinný mulč (RM). V pokusech byla použita odrůda Adéla. Z polního sledování a hodnocení je patrné, že mulčovací materiály a jejich vlastnosti mohou ovlivňovat pěstební podmínky u brambor v polní produkci. Příznivý vliv na teplotu půdy se projevil u černé biodegradabilní folie, kde teplota vzrostla o 0,3 °C. Naopak rostlinný mulč, sláma a střednědobá papírová rohož zde působily jako izolant. Sláma zvyšovala relativní vlhkost půdy a obsah chlorofylu v listech. Stejně tak i rostlinný mulč. Další sledování byla zaměřena na zhodnocení vlivu mulče na výskyt mandelinky bramborové, hmotnost hlíz pod trsem a výnos konzumních hlíz. V regulaci larev mandelinky bramborové se nejlépe osvědčila sláma a u výskytu brouků mandelinky bramborové byla nejlépe vyhodnocena černá biodegradabilní folie. Největší hmotnost hlíz pod trsem o velikosti 40 – 55 mm byl u varianty namulčované slámou a největší počet hlíz o velikosti 55 – 60 mm u rostlinného mulče. Celkově nejvyšší výnos hlíz byl u rostlinného mulče (o 7,4 t/ha v porovnání s kontrolou) a u slámy (o 6,6 t/ha oproti variantě bez mulče).

**Klíčová slova: biodegradabilita, rostlinný mulč, sláma, folie, střednědobá papírová rohož**

# Properties of biodegradable mulches and their use in field production

## Summary

This thesis describes the properties of biodegradable materials and their use in field production in potato cultivation. Includes assorting of these materials, evaluation the current status and mentions the benefits and negatives.

Closely examines the influence of mulch on the microclimate of the soil (soil temperature on the management of soil moisture), the density of soil, the occurrence of fungi in potato tuber, regulation of the presence of Colorado potato beetle, on the nutritional status of vegetation, content of chlorophyll in leaves and yield tubers.

The practical part of a followup evaluation conducted at the research station in Prague Uhrineves. In the field trial were compared four variants namely: no mulch variant (K), black biodegradable film (F), medium paper mat (SD), straw applied before emergence (SLVZ) and vegetable mulch (RM). The experiments used a variety Adele. The field monitoring and evaluation show that mulching materials and their features may influence the growing conditions for potatoes in field production. Beneficial effect on soil temperature was observed in the black biodegradable film, where the temperature rose by 0.3 ° C. On the contrary vegetable mulch, straw mats and medium period paper mat worked as an insulation. Straw increased relative humidity of the soil and the chlorophyll content in leaves. Similarly, the vegetable mulch. Further research was designed to evaluate the effect of mulch on the existence of the Colorado potato beetle, tuber mass bunch and yield table potatoes. The regulation of Colorado potato beetle maggot is best proved by the occurrence of straw. For Colorado potato beetle was best evaluated black biodegradable foil. Largest tuber mass clump of the size 4055 mm was via variantion mulch straw. The largest yield of tubers of the size 40 60 mm for plant mulch. The highest yield of tubers was at plant mulch (7.4 t / ha as compared to the control) and with straw (6.6 t / ha with than without mulch).

**Keywords:** biodegradability, vegetable mulch, straw, foil, medium period paper mat

## Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Cíl práce.....	9
3.	Přehled literatury.....	10
3.1	Biodegradabilní materiály.....	10
3.1.1	Princip biodegradace.....	10
3.1.2	Složení biodegradabilních materiálů.....	11
3.1.3	Možnosti využití biodegradabilních materiálů v zemědělství.....	14
3.1.4	Členění biodegradabilních materiálů.....	15
3.1.4.1	Biodegradabilní rostlinné materiály.....	15
	Travní hmota.....	15
	Sláma.....	16
	Seno.....	16
	Mulč z biomasy meziplodin.....	17
3.1.4.2	Biodegradabilní folie.....	17
3.1.4.3	Papírové biodegradabilní materiály.....	18
3.1.5	Dostupnost a cena biodegradabilních materiálů.....	19
3.1.6	Přínosy a negativa při použití biodegradabilních materiálů.....	21
3.1.6.1	Vliv na regulaci mikroklimatu.....	21
3.1.6.2	Vliv na teplotu půdy.....	22
3.1.6.3	Vliv na objemovou hmotnost půdy.....	22
3.1.6.4	Vliv na hospodaření s půdní vláhou.....	24
3.1.6.5	Vliv na výskyt plísně bramboru.....	25
3.1.6.6	Vliv na regulaci výskytu virových chorob a mandelinky bramborové.....	25
3.1.6.7	Vliv na výživný stav porostů a na obsah chlorofylu v listech.....	26
3.1.6.8	Vliv na výnos a kvalitu hlíz.....	27
3.1.6.9	Negativa při použití biodegradabilních materiálů.....	27
4.	Materiál a metody.....	28
4.1	Popis pokusné lokality.....	28
4.2	Charakteristika počasí za vegetace.....	28

4.3	Charakteristika pěstované odrůdy .....	30
4.4	Popis sledovaných a hodnocených parametrů.....	30
4.5	Mulčovací materiály použité v pokusu.....	31
4.5.1	Biodegradabilní folie.....	31
4.5.2	Střednědobá papírová rohož .....	32
4.5.3	Rostlinný mulč.....	33
4.5.4	Sláma aplikovaná před vzejitím.....	33
4.6	Založení a vedení polního pokusu.....	33
4.7	Použité měřicí přístroje .....	36
4.7.1	Přístroje na měření teploty a vlhkosti půdy.....	36
4.7.2	Přístroj na měření chlorofylu v listech .....	36
4.8	Statistické vyhodnocení pokusu .....	36
5.	Výsledky.....	37
5.1	Vliv mulče na teplotu a vlhkost půdy .....	37
5.2	Vliv mulče na obsah chlorofylu .....	39
5.3	Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové .....	40
5.4	Vliv mulče na napadení hlíz plísní bramborovou .....	41
5.5	Vliv mulče na hmotnost hlíz .....	41
5.6	Vliv mulče na počet hlíz .....	43
5.7	Vliv mulče na výnos hlíz .....	44
6.	Diskuze .....	45
6.1	Vliv mulče na teplotu půdy.....	45
6.2	Vliv mulče na vlhkost půdy .....	46
6.3	Vliv mulče na obsah chlorofylu .....	47
6.4	Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové .....	48
6.5	Vliv mulče na výnos a kvalitu hlíz .....	51
7.	Závěr.....	53
8.	Seznam použité literatury .....	56

## 1. Úvod

Pěstování širokořádkových plodin je dnes omezeno a upraveno z hlediska eroze půdy. Pěstování těchto plodin je např. omezeno na mírně erozně ohrožených pozemcích, kde je možno tyto plodiny pěstovat jen s využitím půdoochranných technologií (na silně erozně ohrožených blocích vybrané širokořádkové plodiny nelze dokonce pěstovat vůbec). Jako půdoochranný prvek můžeme využít, v případě zakládání porostů brambor, méně častý, nákladnější a složitější způsob, který využívá aplikaci mulče na povrch půdy (Dvořák a kol., 2013b).

S technologií pěstování brambor s podporou mulče se můžeme setkat asi jen v podmínkách ekologického zemědělství. Jeho cílem je šetrné hospodaření v krajině, produkce bez využití průmyslových hnojiv a pesticidů a dlouhodobé udržení úrodnosti půdy (Šarapatka a kol., 2006).

Omezení aplikace chemických látek na nejmenší nezbytnou míru představuje v současné době rozhodující trend při pěstování zeleniny ve světě. Vyplývá to ze všeobecného požadavku na zemědělskou a zahradnickou produkci šetrnější vůči životnímu prostředí. Jednou z možností pro dosažení tohoto cíle je využití folií (Flohrová, 1992).

Snížení výnosu hlíz v ekologickém způsobu pěstování můžeme předejít do jisté míry častou aplikací řezané slámy už po výsadbě brambor a tím regulovat půdní vláhu a zaplevelení (Dvořák a kol., 2010).

Také travní hmota je využitelná k mulčování. Tu je vhodné před aplikací nadrobno posekat – případně nechat zavadnout. Poté se aplikuje ve vrstvě 2 – 5 cm (Ref a kol., 2004).



## 2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit vlastnosti a využitelnost biodegradabilních mulčovacích materiálů (slámy, papírových mulčovacích rohoží a dalších biodegradabilních materiálů) při polní produkci. Zhodnotit tak přínosy a negativa těchto materiálů v porostech brambor (na výživný stav porostů, na regulaci mikroklimatu, na výskyt mandelinky bramborové, plísňě bramboru na hlízách a na výnos hlíz).

Hypotéza 1: použití mulče bude měnit pěstitelské podmínky u brambor (teplotu a vlhkost půdy, výživný stav porostů, výskyt mandelinky bramborové a napadení hlíz plísňí bramboru).

Hypotéza 2: použití různých biodegradabilních mulčovacích materiálů (papírových rohoží, biodegradabilních folií a slámy) bude ovlivňovat výnos hlíz a celkově výnosovou úroveň konzumních hlíz.

### 3. Přehled literatury

#### 3.1 Biodegradabilní materiály

##### 3.1.1 *Princip biodegradace*

Golueke (1991) uvádí, že biodegradace je ovlivňována zejména těmito vlivy prostředí: teplota, světlo, živiny, pH, vlhkost a přítomnost kyslíku. Biodegradace je většinou zapříčiněna enzymy produkovanými mikroorganismy, ale podporují ji i další procesy, např. abiotická hydrolýza, fotodegradace, mechanické narušení apod. Mikrobiální aktivita mění zároveň strukturu látek kultivačního média. V anaerobních podmínkách dochází většinou ke snížení pH vlivem organických kyselin produkovaných mikroorganismy. Naproti tomu v aerobním prostředí může pH i vzrůst (při kompostování dochází obvykle ke zvýšení pH na 8-9).

Při degradaci plastů se uplatňují následující mechanismy: fotodegradace, chemodegradace, mechanická degradace, biodegradace. Zpravidla se v praxi jedná o kombinované působení uvedených mechanismů (Pokorný, 1996).

K fotodegradaci – oxidační fotodegradaci – dochází při vystavení plastu slunečnímu světlu za přítomnosti kyslíku. Může být urychlena přidávkem katalyzátorů, jako jsou soli kovů (Co, Fe, Mg, Zn, Ce a jiné), nenasycených mastných kyselin a dalších prooxidativních aditiv. V případě, že tento mechanismus degradace má být dominantní, je hlavním problémem taková příprava plastů, aby tyto byly degradovatelné až po určité době vystavení světlu. Chemodegradace nejčastěji nastává působením vody (hydrolýza) nebo kyslíku (oxidace). Pod pojmem mechanická degradace bývá zahrnováno kombinované působení větru (abraze), teplotních změn v kombinaci s vodou, působením hmyzů, hlodavců apod. pod pojmem biodegradace je zahrnováno odbourání plastů účinkem živých mikroorganismů (bakterie, plísňe). Vlastní působení probíhá jak biofyzikálně (růst buněk působí mechanickou destrukci), tak biochemicky (působením enzymů a dalších produkovaných látek na polymerní řetězce). Plně biodegradovatelné plasty mohou transformovat na mikrobiální masu, vodu a CO<sub>2</sub> (při aerobní degradaci) a na biomasu, organické kyseliny a alkoholy (za anaerobních podmínek).

Z praktického hlediska je zřejmé, že se uvedené mechanismy degradace vždy navzájem kombinují a jejich účinek nelze určit zcela jednoznačně (Pokorný, 1996).

Způsobnost mikroorganismů degradovat organické materiály je závislá na intenzitě s jakou produkují pro daný substrát specifické extracelulární enzymy. Vliv na rychlost rozkladu má také přístupnost materiálu pro enzymy (velikost vnitřních povrchů), chemické složení, struktura a konformace makromolekul apod. Kompostování je doporučováno jako nejvhodnější způsob využití biodegradabilních obalových materiálů a polymerů (Narayan, 1994).

Pro biodegradabilní materiály je charakteristické, že mají schopnost být štěpeny účinky povětrnostních a mikrobiálních procesů v ideálním případě až na vodu a oxid uhličitý. Takové materiály se ve specifickém prostředí, jako je například kompost, dokáží plně rozložit, aniž by zatížily životní prostředí. Ve své podstatě je skoro každý materiál biodegradabilní, jde však o to, za jak dlouhý časový úsek. Zatímco výrobky z biodegradabilních plastů se rozkládají v řádu minut, týdnů nebo měsíců, tak například některé materiály jako je PET se rozloží až za stovky let. Uplatnění materiálů z biodegradabilních plastů je proto nejširší zejména tam, kde biodegradabilita nabízí jasnou výhodu uživateli i životnímu prostředí (Lubasová, 2015).

### **3.1.2 Složení biodegradabilních materiálů**

Vzhledem k aktuálním problémům v oblasti životního prostředí je rostoucí zájem o nalezení náhrady materiálů vyráběných na bázi vyčerpatečných zdrojů (fosilních paliv), materiály z biologicky rozložitelných látek, které jsou vyráběny z obnovitelných zdrojů. Tento trend je nezbytný v potravinářském průmyslu, zemědělství a obalovém hospodářství. Dle Smaranda a Gusetoiu (2011) je hlavním problémem vytvořit biodegradabilní zemědělské folie, které by vydržely potřebnou dobu a zabránilo se předčasnému stárnutí materiálu a tím i ztrátě mechanických vlastností.

Technologie umožňující výrobu biodegradabilních hmot využívá často přírodních materiálů jako je např. celulóza a škrob (Fang, 2005).

Společnost Weisstech představuje fotochemicky odbouratelnou folii PHOTO – BIOTHENE, která je na bázi polyetylénu, malého množství škrobu a autooxidačních katalyzátorů a užívá se v zemědělství k mulčování. Degradční proces je nastartován expozicí slunečním světlem, 4 – 6 měsíců = rozpad vizuální, rozpad vlastní polyethylenové matrice je dlouhodobější (Pokorný, 1996).

Mechanické vlastnosti biodegradabilních materiálů závisí na jejich chemickém složení a podmínkách aplikace. Do těchto biologicky odbouratelných směsí může být přidáno několik přísad s cílem vylepšit jejich vlastnosti, které někdy mohou dosáhnout úrovně konvenčních plastů. Velké ztráty v trvanlivosti folií způsobuje stárnutí materiálu. Celulóza, škrob a jejich složky jsou dvě nejdůležitější suroviny pro přípravu folií. Nejvíce rozšířený biologicky odbouratelný polymer je škrob, který je levný a snadno dostupný v zemědělství. To má řadu potenciálních možností na trhu, kde v současné době dominují materiály na ropné bázi. Celulóza a škrob jsou dostupné z obnovitelných zdrojů, bezpečné a jde o ekonomický materiál. Přesto nemodifikovaný škrob je nevhodný jako součást biodegradabilních folií, protože nemá plastické chování, degraduje tepelně pouze při 260 °C a nemá dostatečnou mechanickou vlastnost. I tak může být chemicky modifikován, aby se překonaly problémy termoplasticity a citlivosti na vodu. Ze samotného škrobu nemůžeme vytvářet folie s uspokojivými mechanickými vlastnostmi (jako např. velké procento prodloužení, pevnost v tahu a síla ohybu), pokud není měkčené, ve směsi s jinými materiály, chemicky modifikované nebo modifikované v kombinaci s těmito úpravami. Při změně bohaté hydroxylové skupiny přírodního škrobu za vzniku esterů je škrob transformován do materiálu, který může být vytlačován, zpracováván a tvarován podobně jako klasické plastové produkty. S cílem zlepšit zpracování a odolnost proti vodě mohou být použita změkčovadla jako glycerol triacetát a diethyl - sukcinát, protože jsou zcela mísitelná s estery škrobu. Modifikovaný škrob může být také použit v kombinaci s jinými polymery, jako je například kyselina polylactonová (PLA). PLA je termoplastický alifatický polyester vyrobený z obnovitelných zdrojů jako je například škrob z tapioky nebo cukrové třtiny. PLA folie mají lepší bariérové vlastnosti na ultrafialové světlo, oproti nízké hustotě polyethylenu (Smaranda a Gusetoiu, 2011).

V letech 1996 – 1998 se Ing. Pavel Kolář s firmou Naturamyl a.s. Pohledští Dvořáci jako nositeli projektu zabývali výzkumným úkolem „Nepotravinářské využití bramborového škrobu pro výrobu biodegradabilních obalů“ s cílem rozšířit spektrum využití této tuzemské suroviny. Ve zkušebním provozu byl jako hlavní komponent používán nativní bramborový škrob vyrobený v provozu Pohledští Dvořáci a premix, jehož dodavatel byl výrobce strojního zařízení – holandská firma MEHO Maschinebouw. Takto vyrobený biodegradabilní materiál, který obsahoval 91 % bramborového škrobu a 9 % dovozového premixu byl v souladu se zadáním projektu použit pro pokusy ověření možnosti likvidace uvažovaným způsobem a to kompostováním. Testování však byla prováděna s omezeným množstvím vzorků a pouze v laboratorním prostředí (Kolář, 1999). Výsledkem tohoto výzkumného úkolu byla prokázaná vhodnost využití bramborového škrobu pro výrobu biodegradabilních materiálů. Vzhledem k tomu, jak dále Kolář (1999) uvádí, že je v současné době využívání této tuzemské suroviny ve formě nativní nebo modifikované v České republice z důvodu subvencovaného dovozu ze zahraničí omezené, představuje zpracování škrobu do těchto typů výrobků další variantu jeho využití. Po vyřešení legislativních otázek s užíváním ekologických materiálů a jejich masivnějším rozšíření, lze očekávat větší potřebu bramborového škrobu jako vstupní suroviny a tím i vytvoření stabilnějších podmínek pro pěstování průmyslových brambor u zemědělských prvovýrobců.

Závěrem Kolář (1999) dodává, že tyto materiály mají v blízké budoucnosti velkou perspektivu a je třeba se jejich vývoji stále věnovat.

Další možností výroby biodegradabilních materiálů je využití celulózy např. z odpadového papíru. Toto řešení nabízí např. novozélandská technologie na výrobu mulčovacích rohoží, která za týden zpracuje zhruba 9 tun odpadového papíru. Mulčovací rohože EkoCover jsou primárně vyrobeny z použitého kancelářského papíru (Kozáková, 2008).

### **3.1.3 Možnosti využití biodegradabilních materiálů v zemědělství**

Omezení aplikace chemických látek na nejmenší nezbytnou míru představuje v současné době rozhodující trend při pěstování zeleniny ve světě. Vyplývá to ze všeobecného požadavku na zemědělskou a zahradnickou produkci šetrnější vůči životnímu prostředí. Jednou z možností pro dosažení tohoto cíle je využití folií (Flohrová, 1992).

Firma VUC Services spol. s.r.o. ze Zvoleněvesi vyrábí řadu papírových mulčovacích folií uváděných pod názvem EkoCover. Tyto rohože jsou určeny pro použití v zemědělství či v zahradnické tvorbě, kde zabraňují růstu plevelů a udržují vláhu, zejména při plošném použití dokáží snížit i erozi půdy. Pro své zcela organické složení lze tyto rohože aplikovat na půdu a po uplynutí funkční životnosti je na půdě ponechat. Rohože se časem zcela rozloží a půdu obohatí o cenný humus. Technologie na výrobu rohoží EkoCover zakoupila v roce 2008 středočeská společnost VUC Services spol.s.r.o. se sídlem na Kladně (Kozáková, 2008).

Výrobky EkoCover (od společností EcoCover NZ Ltd.) jsou mezinárodně certifikovány jako ekologicky šetrné a použitelné v ekologickém zemědělství. Výrobky EkoCover vyráběné v české licenci se vzhledem ke stejnému materiálovému složení mohou na tyto udělené certifikáty odvolávat. Mulčovací rohože byly v únoru roku 2012 oceněny Ministerstvem životního prostředí českou národní ekoznačkou: Ekologicky šetrný výrobek. Toto označení je udělováno Českou informační agenturou životního prostředí (CENIA) ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí a zahrnuje výrobky a služby, které jsou v průběhu celého životního cyklu šetrnější k životnímu prostředí. Předpokladem je splnění poměrně přísných předpisů a postupů, které jsou přezkoumávány a testovány úředně ověřenou třetí stranou (Anonym, 2016a). Dalším zdrojem biodegradabilních materiálů mohou být i produkty přímo vyprodukované v zemědělském provozu (rostlinné mulče). Jejich využití se v pěstitelské praxi ukazuje jako řešení mnoha problémů (eroze, výživy, včasné přípravy půdy a sázení). Mayer (1997) uvádí, že důležitým předpokladem je silná mulčovací příkrývka, která účinně potlačí na podzim klíčící plevely a intenzivním prokořeněním zanechá odpovídající vhodnou půdní strukturu. Přímé setí do mulče má tu výhodu, že se půda v době předjaří nemusí projíždět ani zpracovávat, a ochranná mulčovací pokrývka se uchová déle. Za

příznivých předpokladů se dají od mulčovacích postupů očekávat minimálně stejně hodnotné výnosy.

### **3.1.4 Členění biodegradabilních materiálů**

#### **3.1.4.1 Biodegradabilní rostlinné materiály**

Jsou označovány jako mulčovací materiály a mohou mít podobu tzv. „živého“ či „mrtvého“ mulče. Zavedenější a známější metodou i u nás, je využití mrtvého mulče z vymrzající či chemicky likvidované meziplodiny (nejčastěji svazenky vratičolisté). Podoba „živého“ mulče je známější ekologickým pěstitelům v zahraničí. Zde se živý mulč osvědčil jako vhodný prvek pro přímý výsev ozimé pšenice, sóji, slunečnice a dalších plodin (ÚKZÚZ, 2015).

Požadovaný ochranný účinek zajistit dostatečné pokrytí půdy živým nebo mrtvým mulčem, tj. alespoň 30 % pokrytí povrchu půdy (Brant a kol., 2015).

#### **Travní hmota**

Ponecháním ochranné rostlinné příkrývky nebo ozeleněním, minimálně přes zimní období, se může zabránit erozi a vymývání nitrátů z půdy. Dusík, mineralizovaný během podzimu je přijímán rostlinami a později je k dispozici následným plodinám ve formě nenahraditelné organické hmoty (Mayer a Novotný, 1997).

V souvislosti s použitím travní hmoty se nabízí více možností půdoochranných postupů. Mayer a Novotný (1997) uvádějí možnost setí mulče, kdy se 3 až 4 týdny po zaorání strniště a vhodném zpracování půdy, příp. též po kypření a úpravě, ozelení pozemek rostlinami, které nejsou mrazuvzdorné, např. žlutou hořčicí. Po nakypření se zapraví asi 20 až 30 kg dusíku/ha, následně se časně zjara před sázením brambor mulč zapraví do povrchu půdy. U metody přímého mulčování se půda zpracovává stejným způsobem jako u setí mulče jen se před ozeleněním vytvoří hrůbky. Brambory se sází časně z jara bez předběžného zpracování přímo do hrůbků pokrytých mulčí.

Jako povrchový mulč se dá použít i posečená tráva. Tímto způsobem se do půdy dodává velké množství živin (Loes, 2006).

### **Sláma**

U brambor se jako dobře dostupný rostlinný mulč používá řezaná sláma. Pokrytí půdy dokáže potlačit růst plevelů a časnou aplikací slámy po výsadbě lze do jisté míry předejít snížení výnosu, kdy je kritickou dobou pro zaplevelení prvních 4 až 6 týdnů po vzejití. V sušších oblastech pomáhá použití mulče k udržení a zvýšení půdní vlhkosti naproti tomu příliš silná vrstva slámy (obvykle nad 10 cm) může v chladnějším období vést k výraznému snížení teploty půdy a způsobit tak zpomalení mikrobiální aktivity půdy, mineralizace a tím zhoršit výživu dusíkem a zpomalit tak růst rostlin (Döring, 2006b).

Sláma jako vedlejší zemědělský produkt není odpadem a nalézá proto stále širší uplatnění. Je doplňujícím krmivem, výborným stelivem pro hospodářská zvířata a tvorbu hnoje, nasávacím substrátem v kompostárenství, tepelně a zvukově izolujícím materiálem ve stavebnictví, průmyslovou surovinou pro výrobu papíru a energetickým zdrojem pro přímé spalování (Weger a kol., 2003).

Sláma obsahuje poměrně malé množství živin. Z hlavních živin je nejbohatší na draslík. Obsah fosforu a dusíku je nízký. Kvalita slámy je z výživného hlediska dána především poměrem uhlíku a dusíku (C : N). Sláma obilnin má tento poměr velmi široký (80 - 90 : 1), kvalitnější je sláma řepky a kukuřice (60 - 80 : 1), nejkvalitnější je sláma luskovin (20 - 30 : 1). Za optimální je považován poměr 30 : 1 (Procházková a kol., 2001).

### **Seno**

Podobně jako sláma tvoří seno vzdušný mulč, který zabraňuje prorůstání rostlin teprve až v silné vrstvě (což například při pěstování brambor vadit nemusí, ale jindy by tloušťka vrstvy byla na překážku), proto se i v případě sena často používá doplňkový materiál (např. karton). Poměr obsahu uhlíku k dusíku je cca 35 : 1 u kvalitního sena až po cca 70 : 1 u sena málo kvalitního. V případě méně kvalitního sena by mohlo docházet k odčerpávání dusíku z půdy, a proto by bylo vhodné doplnit mulč o zdroj dusíku. Nevýhodou sena je přítomnost velkého množství nejrůznějších semen. Proto se jeho použití nedoporučuje na



pozemky, které se snažíme udržet v bezplevelném stavu. Lze ho použít pod stromy, keře, nebo pro pěstování brambor v silné vrstvě sena (Jílek, 2014).

### **Mulč z biomasy meziplodin**

Při používání mulče z rostlinné biomasy meziplodin je nutné dobře zvážit a posoudit všechny možnosti a okolnosti, které rozhodují o tom, aby porost meziplodiny s velkou jistotou poskytl pro účely ochranného mulče potřebnou produkci fytohmoty. Je třeba mít na zřeteli, že se nejedná o pouhé doplňkové agrotechnické opatření, ale jde o základní součást technologie zakládání porostů plodin ochranným způsobem (Vach a Javůrek, 2010).

#### *3.1.4.2 Biodegradabilní folie*

Biolice: biologicky rozložitelná alternativa k plastovým fóliím. Evropský lídr v oblasti osiv společnost Limagrain vyvinula a úspěšně testovala biologicky odbouratelné folie pro použití v zemědělství a k výrobě tašek. Produkt je nyní na trhu ve Francii. Bylo zapotřebí více než 10 let výzkumu, aby se dokončil Biolice. Je to 100 % biologicky odbouratelný materiál podle evropské normy EN 13432, která stanoví, že nejméně 95 % materiálu by mělo být biodegradováno při teplotě 55 ° C, v době kratší než 90 dní.

Za účelem vytvoření nového biologicky odbouratelného materiálu z obilovin, výzkumníci Limagrain vypěstovali specifické non GMO odrůdy kukuřice a pšenice se zrny, které mají fyzikální vlastnosti speciálně přizpůsobeny výrobě folií. Zrna jsou vylisována na mouku a přímo vytlačována k výrobě Biolice granulí, které jsou pak zpracovány pro výrobu folií. Biolice je první materiál vyrobený z obilovin bez extrakce škrobu, což je krok zahrnující vysokou spotřebu vody.

Navzdory tomu, že fyzikální vlastnosti Biolice folií jsou rovnocenné s vlastnostmi plastových fólií, nemají stejný vzhled. Měkká textura a diskrétní vůně obiloviny Biolice folií myslí na spotřebitele, kteří mohou snadno rozpoznat tyto přírodní produkty.

Biolice folie se ukázaly zvláště vhodné pro výrobu mulčovacíh fólií. Za 2 roky polních pokusů byl Biolice úspěšně použit při pěstování rajčat, salátu, kukuřice a bavlny. Fólie jsou snadno použitelné v konvenčních zemědělských strojích a zařízení a poskytnou

přiměřené agronomické výsledky ve srovnání s plastovými fóliemi. Mohou být zasypané ihned po sklizni a snížit tak práci a nakládání s odpady.

Biolice je vhodný jak pro zemědělské účely, tak pro kompostování na zahrádkách. V nabídce jsou sáčky na kompostování (obr. 1) a pevné biodegradabilní lisované nádoby (Anonym, 2012).



Obr. 1 – Výrobky firmy Biolice (Zdroj: <http://www.biolice.com>)

### 3.1.4.3 Papírové biodegradabilní materiály

Papírové mulčovací folie od firmy VUC Services spol. s r.o. ze Zvoleněvesi uváděných pod názvem EkoCover jsou na trhu v těchto variantách:

1. Papírová mulčovací rohož v gramáži 270 g/m<sup>2</sup>. Jedná se o krátkodobou mulčovací rohož, která se využívá pro sezónní zemědělskou produkci, pěstování zeleniny nebo při zakládání letničkových záhonů. Nahrazuje plastové folie a netkané textilie. Standardní šíře je až 2 metry, běžná délka 20 – 50 metrů.

2. Papírová mulčovací rohož v gramáži 800 g/m<sup>2</sup>. Jedná se o střednědobou mulčovací rohož, která je ideální pro projekty krajinných úprav, zahrady a parky. Nahrazuje plastové

folie a netkané textilie. Standardní šíře je až 2 metry, běžná délka 20 – 30 metrů. Obě tyto rohože jsou zcela biologicky odbouratelné, zaorávají se do půdy, nejsou žádné další náklady na odstranění, šetří práci a snižuje množství odpadů. Zabraňuje růstu plevelů, čímž nahrazuje ruční pletí, udržuje půdní vlhkost, snižují počet uhynulých rostlin a zlepšují jejich ujetí. Nedoporučuje se ji aplikovat do svahu.

3. Poněkud odlišnou je jutou vyztužená papírová mulčovací rohož v gramáži 900 g/m<sup>2</sup>. Jedná se o dlouhodobou mulčovací rohož, která je ideální pro projekty krajinných úprav, jako jsou veřejná zeleň a komunikace, erozí a větrem ohrožené svahy, či jinak drsné podmínky pro pěstování rostlin. Nahrazuje plastové folie a netkané textilie. Standardní šíře je až 2 metry, běžná délka 20 – 30 metrů. Rohož je rovněž zcela biologicky odbouratelná. Zabraňuje růstu plevelů, čímž nahrazuje ruční pletí, udržuje půdní vlhkost, snižuje počet uhynulých rostlin a zlepšuje jejich ujetí. Je pevná a odolná proti protržení, lze ji stříhat, lehce se upevňuje k zemi (Anonym, 2016a).

### **3.1.5 Dostupnost a cena biodegradabilních materiálů**

Výrobu ekoplastů řešilo mnoho vědců, ale cena těchto produktů byla vysoká a tím neprodejná. Proto výzkumná skupina vedena biochemikem Petrem Wojnarem a skupinou jeho asistentek, které vystudovaly polymery na VŠCHT v Praze, a ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby Praha – Ruzyně dnes mají vyvinuty výrobní technologie, o které má celý svět zájem a které jsou schopny např. vyrobit granule ekoplastu ze škrobu nebo z mouky v ceně do 30 Kč za kg. Jde o významný výzkumný projekt nejen pro průmysl, ale i pro zemědělce v ČR (Wojnar, 2004).

Tab. 1 – Ceník papírových mulčovacích rohoží nabízených firmou VUC Services

MULČOVACÍ ROHOŽE - role			Při odběru m <sup>2</sup>		nad 900	101 - 900	1 - 100
	druh rohože	g/m <sup>2</sup>	délka role	šířka	jednotka	Kč/m <sup>2</sup>	Kč/m <sup>2</sup>
krátkodobá	270	10 - 100	max. 2	m	11,00	11,70	12,60
střednědobá	800	10.50	max. 2	m	19,00	20,20	21,70
dlouhodobá vyztužená jutou	900	10.30	max. 2	m	40,00	42,40	45,60

Zdroj: <http://www.ekocover.cz/cz/prodej/cenik/>

Biolice fólie nabízené firmou Limagrain začaly být dostupné na trhu na počátku roku 2005. Pokud jde o cenu, Biolice tvrdí, že je nejvíce konkurenceschopnou biodegradabilní plastovou fólií na francouzském trhu. Limagrain připomíná, že i přesto, že kupní cena bioplastů je vyšší než standardní plasty, musíme odečíst náklady spojené s likvidací odpadů, které odpadají u biologicky odbouratelných produktů. Biolice a polyetylen folie mají rovnocenné celkové náklady (Tab. 2).

Tab. 2 – Cenová kalkulace folie Biolice, fa LIMAGRAIN z roku 2005

	Kupní cena folie (Kč/ha)	Náklady na likvidaci folie (Kč/ha)	Cena celkem (Kč/ha)
Biolice	7 808,78	0,00	7 808,78
Standartní polyetylen	3 377,50	4 323,20	7 700,70

Zdroj: <http://www.biolice.com/english/f2.html>

### **3.1.6 Přínosy a negativa při použití biodegradabilních materiálů**

#### **3.1.6.1 Vliv na regulaci mikroklimatu**

Krytí osetých ploch zeleniny na polích foliemi podporuje vzcházivost rostlin vytvořením lepšího mikroklimatu, jak uvádí Hamouz (2008). To může vést k častější sklizni, vyšším výnosům, lepší kvalitě nebo kombinaci těchto faktorů.

Podle autora Ilic (1990) zvyšuje mulčování teplotu půdy pod folií a to má silný vliv na organismy v půdě, dostupnost živin a celkový příjem živin kořeny rostlin. V časném jaru kořeny rostlin citlivých na chlad velmi pomalu narůstají a stávají se snadno obětí půdních a listových chorob. A právě mulče z plastů přispívají k ohřívání půdy a podporují růst a vývoj kořenů, tím předcházejí napadení rostlinek chorobami. Všechny mulče z plastových materiálů, čiré, černé i bílé, zabraňují ztrátám vody. Přitom neprůhledné mulčovací fólie zadržovaly v pokusech dva dny po závlaze o 54 % více vody než záhony nemulčované a o 10,7 % více vody než záhony pod průhlednou folií.

Již dříve se využívalo mulčování opadanými listy a slámou. Výsledky však ukazují, že tyto mulčovací materiály nejsou, pokud jde o zahřívání půdy, omezování růstu plevelů a zadržování vody tak účinné jako plastové fólie. Výsledkem předností mulčovacích fólií z plastu jsou větší a zdravější rostliny než u ploch bez mulčování. V půdním roztoku zůstává více živin, nedochází k vyplavování, rostliny proto mají větší příjem živin a to vše podporuje ranost, kvalitu a větší výnosy (Ilic, 1990).

V roce 2008 běžel na ČZU v Praze pokus s názvem „Vliv mulčovacího papíru na vybrané fyzikální a biologické vlastnosti půdy a na růst a produkci polních zelenin“, kde byl zkoumán vliv nakrytí na teplotu půdy, vlhkost půdy, vodní potenciál půdy, objemovou hmotnost půdy a stabilitu půdních agregátů. Na základě provedených měření byl prokázán statisticky průkazný vliv na pokrytí půdy mulčovacími materiály a na snížení teploty půdy ve srovnání s kontrolní variantou. Statisticky průkazná nejvyšší průměrná denní hodnota teploty z období od 1. 5. 2008 do 11. 6. 2008 byla ve srovnání s plochami pokrytými mulčovacím papírem a netkanou textilií stanovena na kontrolní variantě bez pokryvu půdy ve všech hodnocených vrstvách půdy (Brant, 2008).

### 3.1.6.2 Vliv na teplotu půdy

Statisticky nejnižší průměrná teplota půdy byla stanovena na plochách zakrytých mulčovacími papírem (Tab. 3). Použití mulčovacího papíru rovněž eliminovalo denní kolísání teploty půdy v její horní vrstvě, tj. snižovalo rozdíl mezi hodnotou denního minima a maxima. Zejména za slunného počasí byl patrný vliv mulčovacího papíru na eliminaci kolísání teploty půdy během dne. Naopak za chladnějšího počasí přispívalo použití mulčovacího papíru k eliminaci ochlazení horní vrstvy půdy ve srovnání s kontrolní variantou v nočních hodinách. Za chladného počasí vykazovala kontrolní varianta nižší hodnoty teploty půdy vůči variantě pokryté mulčovacími papírem a černou netkanou textilií (Brant, 2008).

Tab. 3 - Průměrné denní hodnoty teploty půdy (°C) na hodnocených variantách v hodnocených hloubkách půdy za období od 1. 5. 2008 do 11. 6. 2008.

Varianta	Teplota půdy (°C)		
	v hloubce půdy 50 mm	v hloubce půdy 100 mm	v hloubce půdy 150 mm
K – kontrolní varianta	19,9	19,4	19,0
P – mulčovací papír	17,6	17,2	17,0
T – černá textilie	19,0	18,4	17,9

Také použití travního mulče mělo vliv na teplotu půdy. Travní mulč fungoval jako izolant a za sledované období teplotu půdy snižoval o 0,8 °C v porovnání s nemulčovanou kontrolou (Dvořák a kol., 2013a).

### 3.1.6.3 Vliv na objemovou hmotnost půdy

Prováděné experimenty vzhledem k vlhkosti půdy prokázaly rozdílný vliv mulčovacích materiálů na hodnoty objemové vlhkosti půdy (VWC, %). Pokrytí půdy mulčovacím materiálem vedlo k eliminaci přesušení horní vrstvy půdy. Z tabulky 4, která dokumentuje průměrné denní hodnoty VWC stanovené za období od 1. 5. 2008 do 11. 6. 2008

v hodnocených hloubkách půdy, je patrné, že na kontrolní variantě byla naměřena nižší průměrná hodnota VWC ve srovnání s ostatními variantami v hloubce půdy 50 mm. Zároveň však dokládá skutečnost, že v hloubce půdy 100 mm byla statisticky nejnižší průměrná hodnota VWC stanovená na plochách s mulčovací papírem. Za příčinu vyšší vlhkosti půdy na variantách bez mulčovacího papíru lze považovat nízkou propustnost mulčovacího papíru pro vodu (srážky). Použití mulčovacího papíru opětovně přispělo k homogennímu obsahu vody v půdním profilu (Tab. 5), protože mezi průměrnými hodnotami VWC stanovenými v jednotlivých hloubkách půdy na této variantě nebyly průkazné rozdíly (Brant, 2008).

*Tab. 4 - Průměrné denní hodnoty VWC (%) na hodnocených variantách v hodnocených hloubkách půdy za období od 1. 5. 2008 do 11. 6. 2008 (průměr denních hodnot).*

Varianta	Objemová vlhkost půdy (%)		
	v hloubce půdy 50 mm	v hloubce půdy 100 mm	v hloubce půdy 150 mm
K – kontrolní varianta	27,2	33,2	32,7
P – mulčovací papír	32,4	32,4	32,5
T – černá textilie	32,2	33,4	32,3

*Tab. 5 - Průměrné denní hodnoty VWC (%) v hodnocených hloubkách půdy na sledovaných variantách za období od 1. 5. 2008 do 11. 6. 2008 (průměr denních hodnot).*

Varianta	Homogenní obsah vody (%)		
	v hloubce půdy 50 mm	v hloubce půdy 100 mm	v hloubce půdy 150 mm
K – kontrolní varianta	27,2	32,4	32,2
P – mulčovací papír	33,2	32,4	33,4
T – černá textilie	32,7	32,5	32,3

Dle Dvořáka (2013a), způsobilo použití mulče i změnu vlhkostních podmínek půdy. Nejnižší sací tlaky půdy (tj. nejvyšší vlhkost půdy) byla zaznamenána u mulčovací textilie. Vlhkostní podmínky půdy byly u travního mulče v průměru let srovnatelné s nemulčovanou kontrolou, ovšem s častými ročníkovými výkyvy.

Dále Dvořák (2013a) uvádí, že při podrobnějším studiu podmínek počasí bylo zjištěno, že o vlhkosti půdy, resp. o množství infiltrovaných srážek přes travní mulč rozhoduje nejen intenzita, ale zejména rozložení srážek. Pokud byly srážkové úhrny během dne časté a malé (celkově do cca 7 – 10 mm), tak se vlhkost půdy v hloubce 240 mm pod travním mulčem výrazně neměnila a půda byla sušší, než když stejné množství spadlo jednorázově.

#### *3.1.6.4 Vliv na hospodaření s půdní vláhou*

Výsledky výzkumného týmu z Číny, který porovnával slaměný mulč (SM) a plastové fólie (PM) u kukuřice, byly odlišné. Plastové fólie zvýšily vlhkost půdy, ale jen v povrchové vrstvě, u slaměného mulče byla zachována vyšší vlhkost i v hlubších vrstvách půdy. Teplota půdy ve vegetačním období se zvýšila u PM, naopak SM oproti kontrole bez mulče teplotu snížil, v zimním období tomu bylo naopak. SM také zvyšoval celkový podíl všech mikroorganismů (Yu-shan a kol., 2006).

Sinkevičienėv (2009) uvádí, že u hodnocených variant: bez mulče, nasekaná pšeničná sláma, rašelina, piliny, tráva výrazně snížily teplotu půdy. V pokusném období měly pozemky vyšší vlhkost půdy. Nejvyšší vlhkost půdy byla na pozemcích mulčovaných pilinami a rašelinou.

Sláma jako mulč není tak účinná jako mulč z plastů, pokud jde o zadržování vody v půdě, omezení růstu plevelů a zahřívání půdy (Flohrová, 1992).

Pozemky mulčované slámou měly vyšší vlhkost půdy a nižší teplotu půdy, než pozemky bez slámy (Johnson a kol., 2004).



### *3.1.6.5 Vliv na výskyt plísně bramboru*

Při pokusech z roku 2008 – 2012 v bramborářské výrobní oblasti a řepářské výrobní oblasti byly srovnávány 4 varianty mulčování: travní řezanka se dvěma termíny aplikace, mulčovací textilie, ve dvou letech i pšeničná sláma a porovnávány s nemulčovanou kontrolou. Dvořák a kol. (2013a) uvádí, že podmínky stanoviště zásadně ovlivňovaly výskyt plísně bramboru. Na stanovišti v BVO bylo napadení plísní bramboru, které se vyskytovalo ve všech sledovaných letech, závažnějším problémem oproti stanovišti v ŘVO. V letech 2008 - 2012 byl zjištěn vyšší trend napadení natě u nemulčované kontroly. V průměru let 2011 a 2012, kdy bylo hodnoceno také použití slámy jako mulče, nebyl zaznamenán průkazný vliv slámy na výskyt plísně na nati. V letech 2008 – 2012 autoři studie evidovali nejvyšší výskyt plísně u hlíz vypěstovaných pod travním mulčem aplikovaným ihned po výsadbě. Na druhou stranu nejnižší napadení bylo u hlíz pod travním mulčem aplikovaným až před vzejitím. V průměru let 2011 a 2012, kdy bylo hodnoceno také použití slámy jako mulče, byl zaznamenán trend nižšího napadení hlíz plísní právě i porostů se slámou. Ze statistického hlediska však nebyly přes výše popsané trendy u žádné z variant zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

### *3.1.6.6 Vliv na regulaci výskytu virových chorob a mandelinky bramborové*

Döring (2006a) ve svých tříletých polních pokusech zjišťoval vliv mulčovací slámy na výskyt infekce PVY, napadení rostlin mandelinkou bramborovou a ovlivnění výnosu hlíz u ekologicky pěstovaných brambor. Výsledky ukázaly, že mulčovací sláma výrazně snížila infekci PVY pouze ve třech ze sedmnácti pokusů a v sedmi dalších nebylo snížení infekce výrazné. Účinek mulčovací slámy se zdá být závislý na celkové úrovni výskytu PVY. U sledování výskytu napadení mandelinkou bramborovou uvádí, že z devíti polních pokusů neměla slámová mulč v žádném z nich vliv na jejich napadení. Nicméně, tři pokusy, tři úrovně mulčování (nulové, střední a vysoké) dokazují shodný trend nejvyššího napadení u nemulčované plochy a nejnižší napadení u plochy s vysokou vrstvou mulče. To se projevilo u jedenácti pokusů z patnácti.

Dle Dvořáka (2013a) mulčovací folie a travní mulč na stanovišti v bramborářské výrobní oblasti, kde byl výskyt mandelinky bramborové velmi nízký, mírně zvyšovaly výskyt brouků a následně i larev (nárůst však nebyl statisticky průkazný).

### *3.1.6.7 Vliv na výživný stav porostů a na obsah chlorofylu v listech*

Mayer a Novotný (1997) uvádějí, že při jejich víceletých experimentech se potvrdily výsledky mulčovacích postupů u brambor jako pozitivní při řešení řady problémů jako je eroze, výživa, včasná příprava půdy a sázení.

Bylo prokázáno, že dusík obsažený v rostlinách a koncentrace chlorofylu mají souvislost a proto se využívají jako indikátor stavu rostlin (Olfs a kol., 2005)

U brambor v laboratorních podmínkách hodnotil obsah chlorofylu Vos a Born (1993) a potvrdil, že i v rostlinách bramboru souvisí obsah dusíku s obsahem chlorofylu ( $r^2 > 0,95$ ). V polních podmínkách však Udlling a kol. (2007) uvádí nižší hodnoty pouze  $r^2 > 0,58$ .

Studie prováděná v letech 2009 – 2011 na dvou různých místech v Leškovicích a Uhříněvsi byla zaměřena na vliv různých variant mulčovacích materiálů (organické a textilní mulče) na obsah dusíku, výskyt mandelinky bramborové a výnos hlíz konzumních brambor. Jako mulčovací materiál byla použita sekaná tráva ve vrstvě 25 mm aplikovaná po výsadbě a před klíčením a černá textilní folie aplikovaná po výsadbě a před klíčením v porovnání s nezamulčovanou plochou. Dle Dvořáka a kol. (2013a) ze studie vyplynulo, že rostlinný mulč vytvořil lepší podmínky pro dostupnost dusíku v půdě. Travní mulč také zvýšil SPAD hodnoty v listech u varianty aplikované po výsadbě o 4,5 % a u varianty aplikované travní mulče před klíčením o 3,4 %.

Dvořák (2013a) také uvádí závěry pokusů z let 2011 – 2012, kdy byla při pěstování brambor jako mulč použita sláma aplikovaná bezprostředně po výsadbě. Ta způsobovala nejnižší obsahy chlorofylu v listech brambor.

### *3.1.6.8 Vliv na výnos a kvalitu hlíz*

V experimentu Sinkevičienėva a kol. (2009) provedeném v letech 2005 - 2008 na Litevské zemědělské univerzitě byly použity organické mulče, které zlepšily kvalitu půdy a zvýšily výnos, a to zejména v ekologickém zemědělství.

Při přímém sázení do mulče, při dodržení mulčovacích postupů, potvrdili Mayer s Novotným (1997) vyšší výnosy brambor.

Po polních pokusech na bramborách z let 2009 – 2011 lze doporučit aplikaci povrchového mulčování travním mulčem před vzejitím brambor pro zvýšení výnosu konzumních hlíz. V těchto letech byl výnos hlíz větší o 3,2 % oproti variantě bez mulčování (Dvořák a kol., 2013a).

### *3.1.6.9 Negativa při použití biodegradabilních materiálů*

Někteří pěstitelé si u některých plodin, např. lilku, stěžují na příliš vysokou násadu plodů, které pak obtížně dosahují tržní velikosti. Toto lze řešit řezem a probírkou (Flohrová, 1992).

Další nevýhodu uvádí Ilic (1990) nutnost ručního pokládání fólií. Potřebné stroje a nářadí jsou sice k dispozici, znamená to však další náklady. Při mechanizovaném pokládání mulčovacích fólií je však nutná větší vzdálenost mezi jednotlivými záhony. S těmito ztrátami prostoru je třeba při výsadbě počítat.

## 4. Materiál a metody

### 4.1 Popis pokusné lokality

Pokusy probíhaly od dubna do září roku 2014 na stanovišti Výzkumné stanice katedry rostlinné výroby v Praze – Uhřetěvesi. Tato stanice je pracovištěm katedry rostlinné výroby Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze od roku 1952. Disponuje zde ekologicky certifikovanou plochou o velikosti 5,44 ha.

Pokusné pozemky se nacházejí v řepařské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 295 m n. m, průměrnou roční teplotou 8,4 °C a úhrnem srážek 575 mm. Převažuje zde půdní typ hnědozem, půdní druh jílovité půdy. Humusový horizont dosahuje hloubky 700 mm a ornice má neutrální reakci. Hladina spodní vody se vyskytuje v hloubce 1 m.

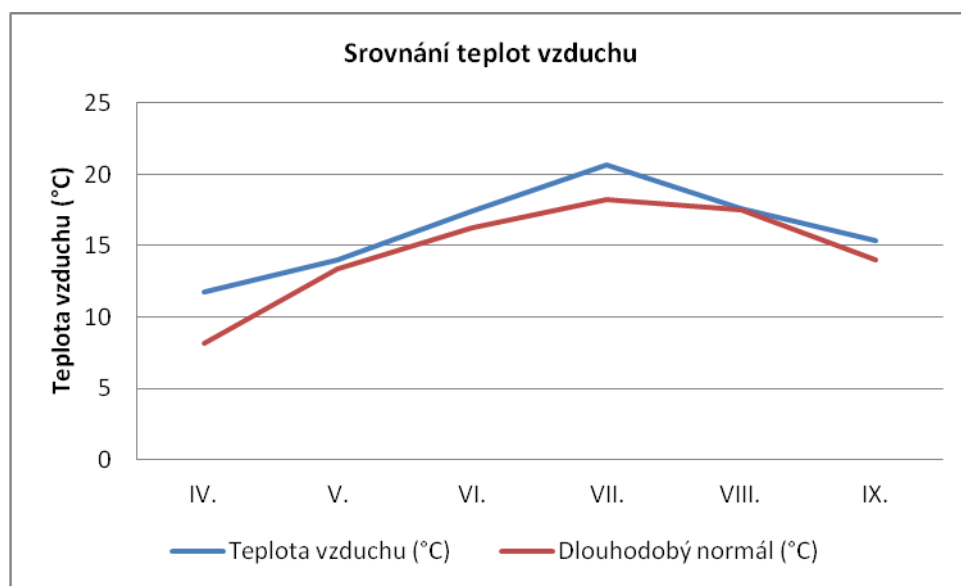
### 4.2 Charakteristika počasí za vegetace

Vývoj počasí byl sledován meteorologickou stanicí v Uhřetěvesi, která je součástí meteorologické sítě Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Měření probíhá na standardním travnatém povrchu. Stanice je v provozu od 29. 11. 2013. Měření teploty vzduchu ve 2 m výšky čidlem EMS 33 od výrobce EMS Brno, Česká republika. Měření úhrnu srážek v mm srážkoměrem Pronamic professional (200 cm<sup>2</sup>) od firmy Pronamic Co., Dánsko.

Průběh počasí v roce 2014 na Výzkumné stanici dokumentuje tabulka 6, kde jsou patrné výrazné rozdíly oproti dlouhodobému normálu a to jak v teplotách vzduchu (Graf 1) tak i v měsíčním srážkovém úhrnu. Je zde patrné, že největší úhrny srážek byly zaznamenány v měsíci květen a červenec, kdy dosáhly až dvojnásobně vyšší hodnoty. Teploty vzduchu, ve srovnání s dlouhodobým průměrem, byly ve všech měsících vyšší (zejména v měsíci dubnu a červenci).

Tab. 6 – Srovnání teplot vzduchu a úhrňů srážek za vegetace v roce 2014 s dlouhodobým průměrem na stanovišti v Praze – Uhříněvsi

2014	Teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý normál (°C)	Rozdíl	Suma srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn (mm)	Rozdíl
IV.	11,7	8,2	3,5	32,4	46	-13,6
V.	14,0	13,4	0,6	117,8	65	52,8
VI.	17,5	16,3	1,2	32,6	74	-41,4
VII.	20,6	18,2	2,4	178,6	74	104,6
VIII.	17,6	17,5	0,1	58,6	72	-13,4
IX.	15,4	14	1,4	87,6	49	38,6



Graf 1 – Srovnání teplot vzduchu v roce 2014 s dlouhodobým průměrem na stanovišti v Praze - Uhříněvsi

#### 4.3 Charakteristika pěstované odrůdy

V pokusech byla použita sadba ranné konzumní odrůdy Adéla (Obr. 2). Odrůda Adéla byla vyšlechtěna v České republice. Je velmi vhodná do našich klimatických podmínek. Má vysokou odolnost virovým chorobám a plísní bramborové. Hlízy jsou oválné se sytě žlutou dužninou, odolné mechanickému poškození a obecné strupovitosti. Vyznačuje se velmi vysokým nasazením hlíz pod trsem. Konzumní jakost je varného typu B/A, struktura pevná, po uvaření netmavne. Je vhodná k uskladnění a ke konzumaci po celý rok. Má velmi dobrou stolní hodnotu.



*Obr. 2 – Sadba brambor použitá při polních pokusech, odrůda Adéla*

#### 4.4 Popis sledovaných a hodnocených parametrů

U jednotlivých pokusných variant byl během vegetace sledován vliv na teplotu a vlhkost půdy, obsah chlorofylu, výskyt brouků, hnízd a larev mandelinky bramborové a výskyt plísně bramboru na hlízách (nebyl v roce hodnocení prokázán výskyt). Po sklizni byl vyhodnocen vliv různých mulčovacích materiálů na hmotnost hlíz, počet hlíz pod trsem a výnos hlíz u jednotlivých variant.

## 4.5 Mulčovací materiály použité v pokusu

V pokusech jsme porovnávali 4 varianty mulčování: biodegradabilní černá folie, střednědobá papírová rohož, rostlinný mulč a sláma aplikovaná před vzejitím, které byly porovnávány s nemulčovanou kontrolou.

### 4.5.1 Biodegradabilní folie

Terrafilm Bio je černá biodegradabilní folie vyráběna ve Španělsku společností Intermas. Je složena z kukuřičného škrobu a tím je 100 % odbouratelná. Vyráběna je v rozměru 1,4 x 5m. Tato mulčovací folie eliminuje použití herbicidů, zvyšuje teplotu půdy a podporuje rozvoj rostlin. Snižuje potřebu závlahy.



Obr. 3 – Biodegradabilní černá folie Terrafilm Bio

(Zdroj: <http://www.zahradadarios.cz/cz-detail-554552-mulcovaci-folie-terrafilm-bio-1-40-x-5-m.html>)

#### **4.5.2 Střednědobá papírová rohož**

Tuto rohož vyrábí firma VUC Services spol. s.r.o., Zvoleněves. Jedná se o střednědobou papírovou mulčovací rohož v gramáži 800 g/m<sup>2</sup>, která je ideální pro projekty krajinných úprav, zahrady a parky. Nahrazuje plastové folie a netkané textilie. Standardní šíře je až 2 metry, běžná délka 20 – 30 metrů. Rohož je zcela biologicky odbouratelná, zaorává se do půdy, nejsou žádné další náklady na odstranění, šetří práci a snižuje množství odpadů. Zabraňuje růstu plevelů, čímž nahrazuje ruční pletí, udržuje půdní vlhkost, snižuje počet uhynulých rostlin a zlepšuje jejich užití. Je vyráběna novozélandskou technologií z odpadového papíru. Mulčovací rohože EkoCover jsou primárně vyrobeny z použitého kancelářského papíru (Obr. 4).



*Obr. 4 – Střednědobá papírová rohož*



### 4.5.3 Rostlinný mulč

Rostlinný mulč (RM) se skládal z porostu hořčice a hrachu, který byl vypěstován na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze – Uhřetěvesi na ekologicky ošetřovaných plochách. Seč rostlinné řezanky a její aplikace v dávce 50 t/ha (tj. cca v 25 mm vrstvě) proběhla 21. 5. 2014.

### 4.5.4 Sláma aplikovaná před vzejitím

Pšeničná sláma byla získána a dovezena na pokusný pozemek ve formě malých hranatých lisovaných balíků. Její aplikace proběhla (21. 5. 2014) dávce 4,5 t/ha na povrch hrůbků před plným vzejitím porostu (jako u RM). Během vegetace již mulč na SLVZ a RM nebyl doplňován.

## 4.6 Založení a vedení polního pokusu

Pokus začal tříděním biologicky připravené sadby. Ta byla čtyři týdny před plánovanou výsadbou předklíčena. Stanoviště bylo rozděleno na pokusné parcelky o velikosti 7,2 m<sup>2</sup>. Pokus byl založen ve třech opakováních pro každou variantu mulčovacího materiálu a kontrolu. Ruční výsadba proběhla do připravené půdy 24. dubna 2014 za použití české odrůdy Adéla. U biodegradabilní folie a střednědobé papírové rohože bylo po vytvarování hrůbků provedeno nejprve nakrytí těmito mulčovacími materiály (Obr. 5) a poté výsadba. Pro usnadnění výsadby a následného vzcházení hlíz byly do rohože i do folie vyříznuty otvory ve tvaru písmene X. Hlízy byly sázeny do otvorů ručně automatickým sazečem na cibuloviny (Obr. 6).

U varianty se slámou před vzejitím byla provedena nejdříve výsadba (Tab. 7) a poté nakrytí hrůbků slámou (Obr. 7).

Tab. 7 – Přehled výsadby a aplikace mulče u jednotlivých variant pokusu

	Aplikace mulče	Výsadba
Kontrola (K)	bez mulče	24.4.
Folie (F)	24.4.	
Střednědobá papírová rohož (SD)	24.4.	
Rostlinný mulč (RM)	21.5.	
Sláma před vzejitím (SLVZ)	21.5.	



*Obr. 5 – Nakrytí hrůbků střednědobou papírovou rohoží (vpravo)*



*Obr. 6 – Ruční sazeč na cibuloviny*



*Obr. 7 – Nakrytí hrůbků slámou před vzejitím 21. 5. 2014*

Během vegetace nebyl použit žádný přípravek pro regulaci mandelinky bramborové. Vzhledem k pokrytí hrůbků mulčovacími materiály nebyla během vegetace u pokusných variant prováděna žádná proorávka ani vláčení. Kontrola byla mechanicky ošetřována (jedna okopávka a vláčení před vzejitím a dvě ošetření ruční plečkou do zapojení porostů). Počátek tloustnutí stolonů a plně kvetoucí porost byl zaznamenán 16. 6. 2014. Vytváření prvních hlíz konzumní velikosti začalo 30. 6. 2014.

K intenzivnímu zasychání a žloutnutí natě došlo 6. 8. 2014. Sklizeň proběhla ručně 20. 8. 2014 a týden po sklizni. Poté se hlízy nechaly oschnout a provedlo se třídění do čtyř velikostních kategorií (pod 40 mm, 40 – 55 mm, 55 – 60 mm a nad 60 mm). Zároveň byla u sklizených hlíz zjišťována hmotnost a počet (v jednotlivých velikostních kategoriích).

## 4.7 Použité měřicí přístroje

### 4.7.1 *Přístroje na měření teploty a vlhkosti půdy*

Teplota půdy byla měřena přístrojem MicroLog SP od brněnské firmy EMS v hloubce 100 mm od vrcholu hrůbku v období od dubna do srpna 2014 za 24 hodin po 15 minutách.

Relativní vlhkost půdy ručním vlhkoměrem HH2 od výrobce Delta-T, UK v hloubce 40 mm od vrcholu hrůbku (jednorázové měření 31. 7. 2014).

### 4.7.2 *Přístroj na měření chlorofylu v listech*

Měření bylo prováděno ručním chlorofylmetrem SPAD-502 od firmy Minolta. Obsah chlorofylu byl zjišťován vždy na 10 rostlinách každého opakování na druhém listu vrcholových partií. Během vegetace byla provedena čtyři měření a to: 24. 6., 7. 7., 24. 7. a 30. 7. 2014.

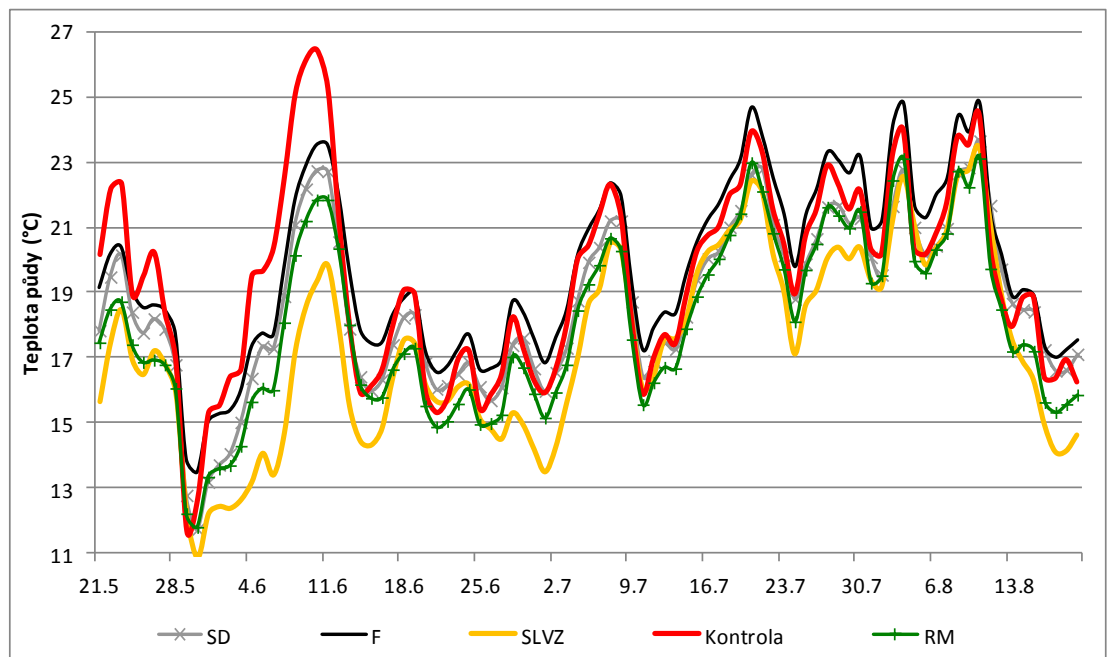
## 4.8 Statistické vyhodnocení pokusu

Průběžně zjištěná měření byla ukládána do programu MS Office Excel 2007, kde došlo k dalšímu zpracování a setřídění. Na statistické zhodnocení byl použit statistický software STATGRAFICS Plus verze 5.1. K vyhodnocení byla použita metoda matematické statistiky analýza rozptylu (ANOVA). Ta umožňuje ověřit, zda na sebe mají hodnoty statisticky významný vliv. Pro podrobnější statistické vyhodnocení byla použita metoda Tukey test. Vše bylo hodnoceno na hladině významnosti 95 %.

## 5. Výsledky

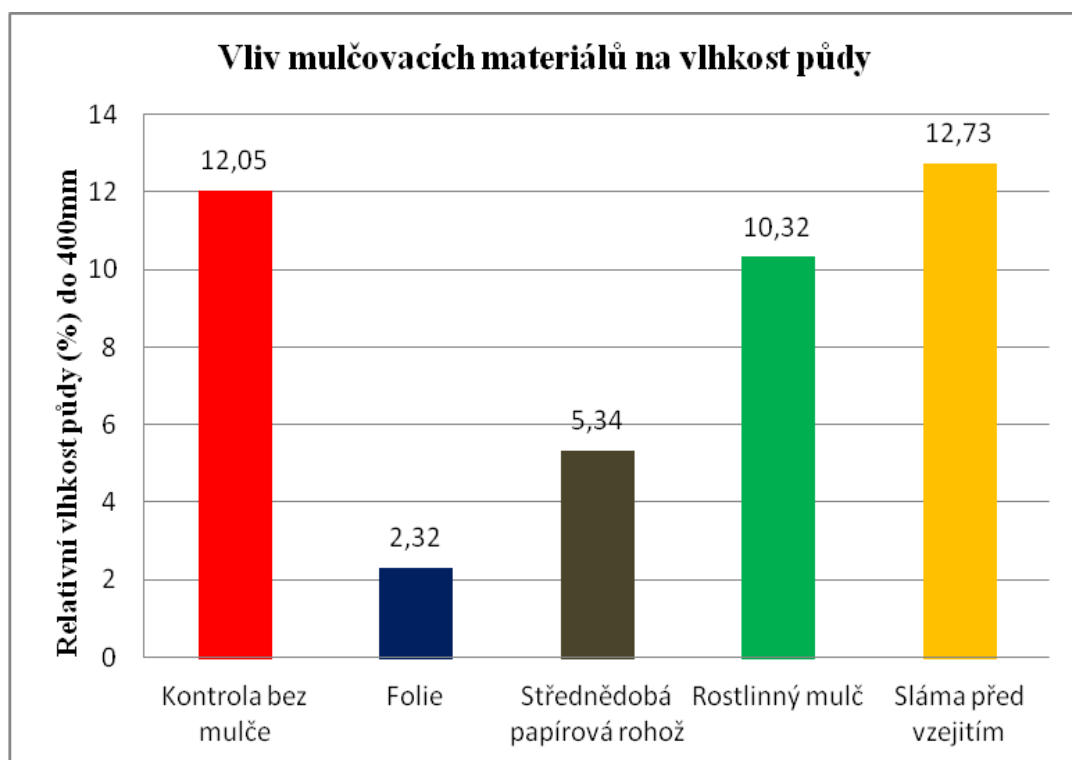
### 5.1 Vliv mulče na teplotu a vlhkost půdy

Výsledkem měření bylo zjištěno, že druh použitého mulčovacího materiálu má vliv na teplotu půdy. Mulč z rostlinného materiálu a sláma fungovali jako izolant. Za sledované období byla teplota půdy u papírové rohože nižší o 0,7 °C, u rostlinného mulče nižší o 1,1 °C a u slámy dokonce o 1,6 °C nižší než u nemulčované kontroly. Naopak biodegradabilní folie zvýšila teplotu půdy v průměru o 0,3 °C za sledované období v porovnání s kontrolou (Graf 2).



Graf 2 - Teplota půdy u jednotlivých variant mulčování (v hloubce 100 mm od vrcholu hrůbku)

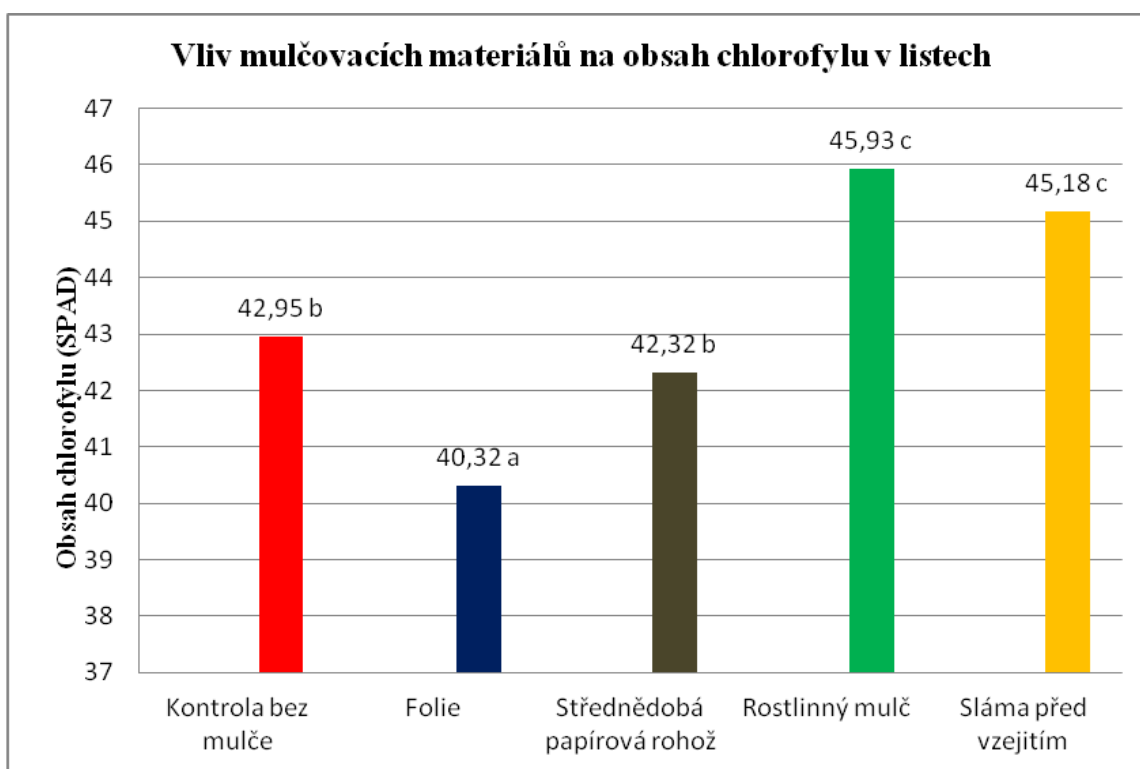
Vlhkostní podmínky půdy zjišťované v hloubce 40 mm od vrcholu hrůbku měřené 31. 7. 2014 ukázali, že nejvyšší vlhkost půdy byla u namulčované varianty slámou oproti nemulčované variantě. Naproti tomu nejnižší vlhkost půdy byla zjištěna u folie a střednědobé papírové rohože (Graf 3).



Graf 3 – Průměrné hodnoty vlhkosti půdy měřené v hloubce 40 mm od vrcholu hrůbku u jednotlivých variant k 31. 7. 2014

## 5.2 Vliv mulče na obsah chlorofylu

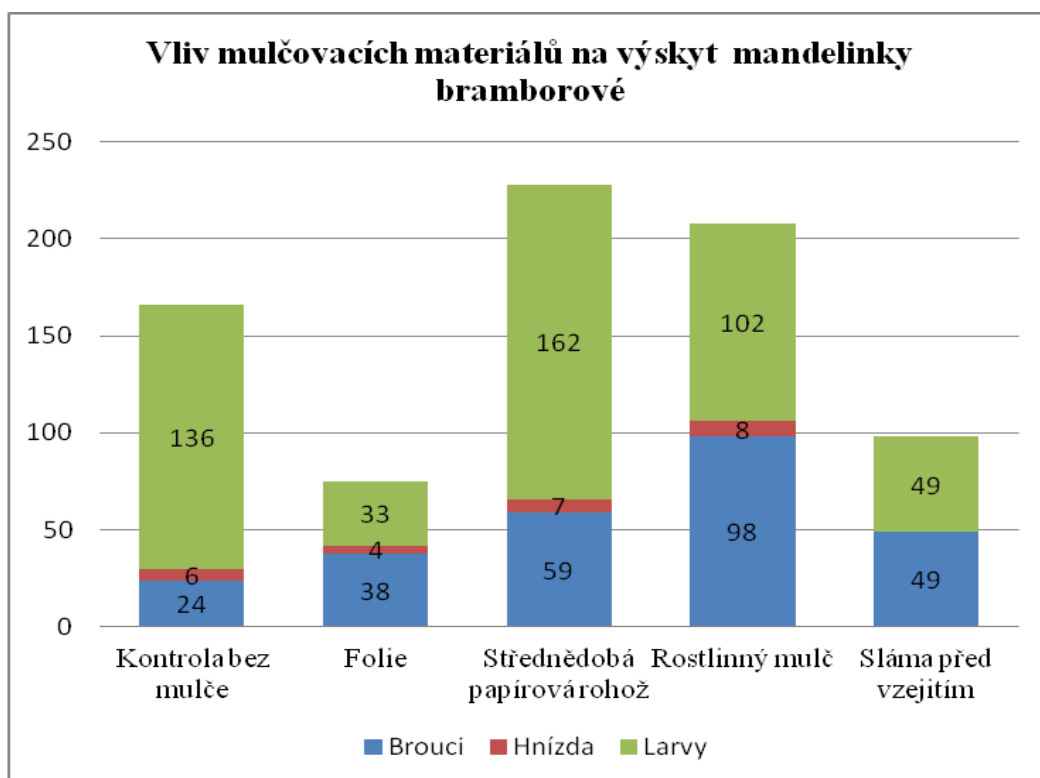
Vliv mulčovacího materiálu na obsah chlorofylu v listech brambor se projevil jako významný u variant pokrytých rostlinným mulčem a slámou před vzejitím. Tyto hodnoty jsou statisticky průkazné oproti nemulčované kontrole. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u biodegradabilní folie (tyto výsledné hodnoty jsou statisticky průkazné oproti kontrole i ostatním pokusným variantám v pokuse) a trend nižšího obsahu chlorofylu u střednědobé papírové rohože (Graf 4).



Graf 4 – Průměrné hodnoty obsahu chlorofylu v listech měřené na 10 rostlinách po čtyřech opakováních (různá písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha \geq 95 \%$ ),  $HSD_{0,05} = 0,914$

### 5.3 Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové

Nejvyšší zastoupení bylo u výskytu larev. Avšak nebyl v počtu larev zaznamenán statisticky průkazný rozdíl u jednotlivých variant (Tab. 8). Trend vyššího počtu larev byl zjištěn u střednědobé papírové rohože (Graf 5). Naopak u varianty se slámou a folií byl trend nižšího počtu larev za vegetaci v porovnání s kontrolou. Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny pouze u výskytu brouků (Tab. 8). Z pokusných variant byl trend nižšího počtu brouků u folie a slámy v porovnání se střednědobou papírovou rohoží a rostlinným mulčem. Právě u rostlinného mulče byl zjištěn vyšší výskyt brouků v porovnání s kontrolou.



Graf 5 – Součet počtu hnízd s vajíčky, larev a brouků mandelinky bramborové na 10 trsech rostlin za tři kontroly během vegetace



Tab. 8 - Statistické zhodnocení výskytu hnízd, larev a brouků u jednotlivých variant

Varianta	Brouci	Hnízda	Larvy
Kontrola (K)	a	a	a
Folie (F)	ab	a	a
Střednědobá papírová rohož (SD)	ab	a	a
Rostlinný mulč (RM)	b	a	a
Sláma před vzejitím (SLVZ)	ab	a	a
<i>HSD<sub>0,05</sub></i>	<i>35,09</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>

Pozn.: různá písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha \geq 95 \%$ , NS (not significant) – neprůkazné průměry

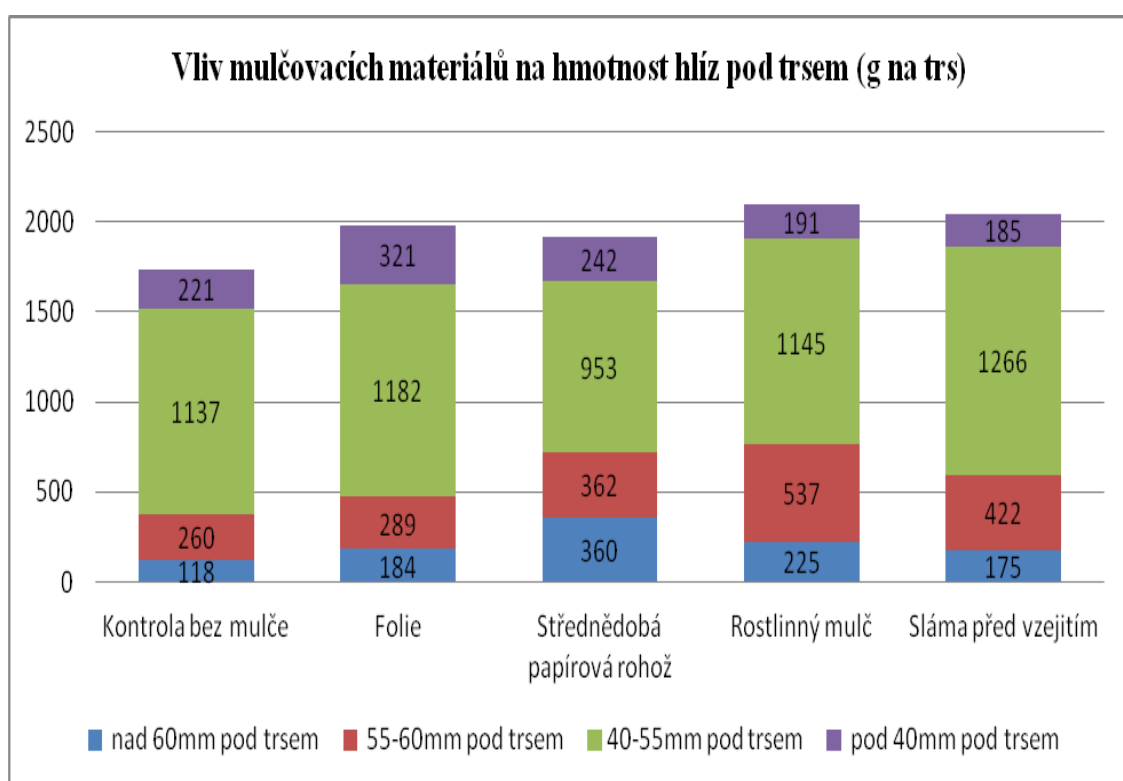
#### 5.4 Vliv mulče na napadení hlíz plísní bramborovou

Ve sledovaném roce nebyl u žádné z variant při slizni ani při posklizňovém hodnocení (cca za jeden týden) zjištěn výskyt plísně bramboru na hlízách.

#### 5.5 Vliv mulče na hmotnost hlíz

Při posklizňovém hodnocení byly hlízy roztrženy do čtyř velikostních frakcí (hlízy nad 60 mm, 55 – 60 mm, 40 – 55 mm a hlízy pod 40 mm). Největší hmotnost hlíz o velikosti 40 – 55 mm byla zjištěna pod trsy při použití slámy, následně u biodegradabilní folie a také rostlinného mulče. U této varianty (RM) se také významně zvýšila hmotnost hlíz o velikosti 55 – 60 mm (Graf 6). Největší hmotnost hlíz o velikosti nad 60 mm měla střednědobá papírová rohož. Nejnižší hmotnost podměrečných hlíz tj. frakce pod 40 mm byla zaznamenána u slámy a rostlinného mulče. Všechny mulčované varianty pozitivně ovlivnili hmotnost hlíz pod trsem tak i hmotnost konzumních hlíz (nad 40 mm).

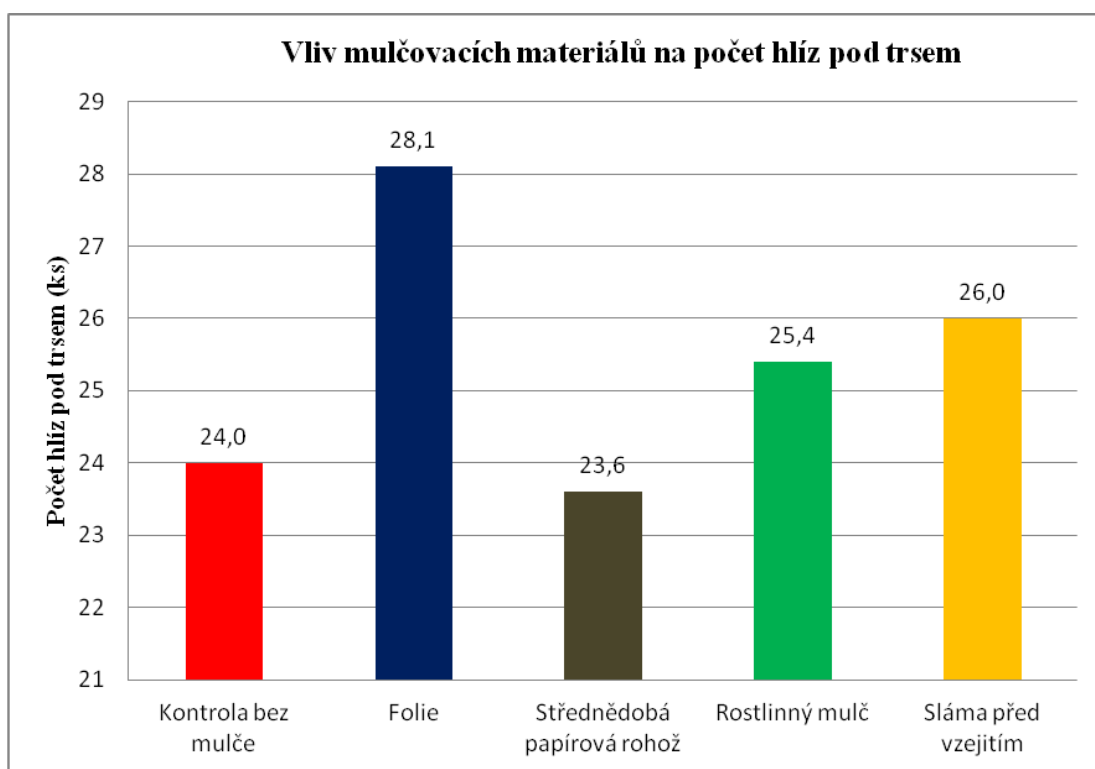
Celková hmotnost hlíz pod trsem byla největší u rostlinného mulče (2098 g na trs) dále u slámy před vzejitím (2048 g na trs). O něco nižší byla hmotnost u černé biodegradabilní folie (1976 g na trs) a následovala střednědobá papírová rohož (1917 g na trs). U nemulčované kontroly byla dosažena průměrná hmotnost 1736 g na trs.



Graf 6 – Rozdělení hmotnostního zastoupení hlíz u jednotlivých velikostí pod trsem

## 5.6 Vliv mulče na počet hlíz

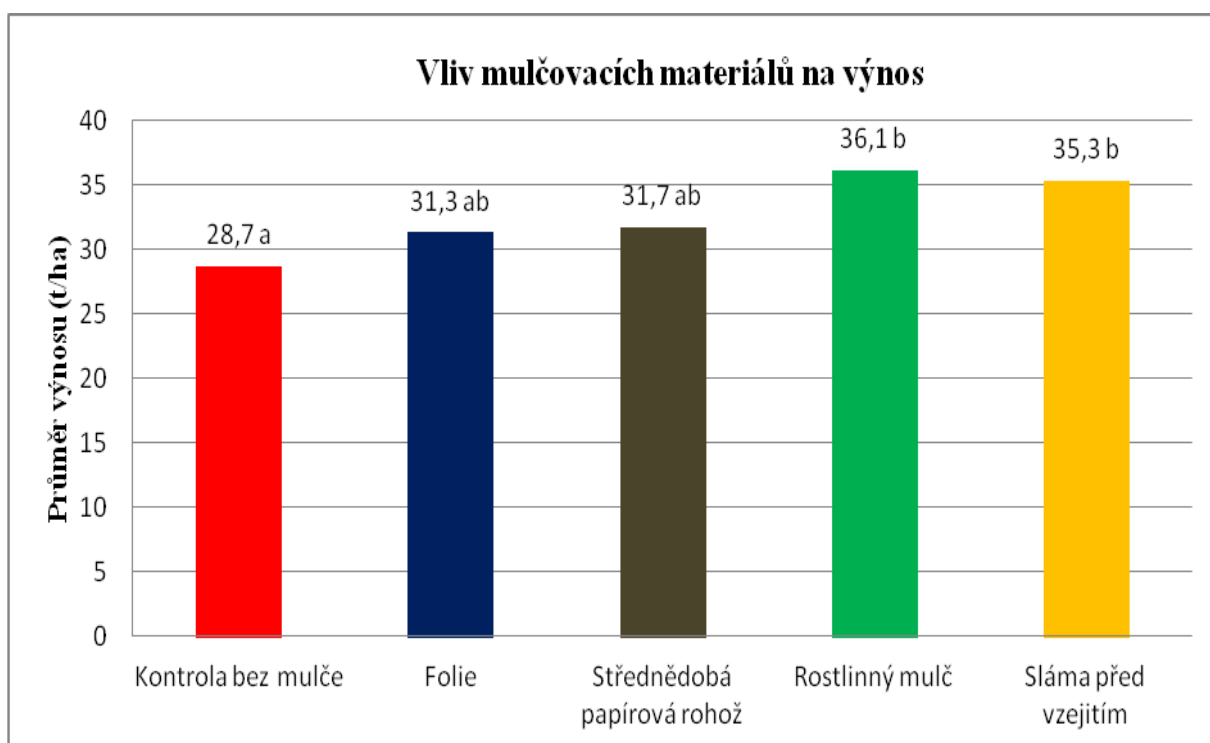
Největší celkový počet hlíz byl zjištěn u varianty nakrytí hrůbků černou biodegradabilní folií. Jako druhý největší počet hlíz byl zaznamenán u nakrytí slámou a také u rostlinného mulče. Naopak střednědobá papírová rohož měla nejmenší počet hlíz i proti kontrole bez mulče (Graf. 7).



Graf 7 – Celkový počet hlíz pod trsem u jednotlivých variant mulčování

## 5.7 Vliv mulče na výnos hlíz

Stejně jako u celkové hmotnosti hlíz pod trsem se i u hmotnosti, resp. výnosu konzumních hlíz osvědčily všechny zamulčované varianty (Graf 8). Nejlepších výnosů konzumních hlíz bylo dosaženo pod rostlinným mulčem, kde byl zvýšený výnos statisticky průkazný (o 7,4 t/ha) a u slámy jako mulče (o 6,6 t/ha) v porovnání s kontrolou (28,7 t/ha). U dalších pokusných variant šlo o trend vyšších výnosů v porovnání s kontrolou (o 2,6 t/ha u biodegradabilní folie a o 3,0 t/ha u střednědobé papírové rohože).



Graf 8 – Celkový výnos konzumních hlíz u jednotlivých typů mulčovacích materiálů (různá písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti  $\alpha \geq 95 \%$ ,

$HSD_{0,05} = 3,313$ )

## 6. Diskuze

### 6.1 Vliv mulče na teplotu půdy

Vodní a s ním související teplotní stres může na rostliny působit různě. Často dochází ke snížení produkce – menšímu výnosu hlíz i bramborového škrobu. Zmíněné nepříznivé podmínky vedou k výskytu fyziologických vad hlíz (Hezký, 2006).

Tomu lze předcházet mulčováním, kdy použitý mulč ovlivňoval teplotu půdy v hloubce 100 mm (od vrcholu hrůbku), a proto lze výběrem konkrétního mulčovacího materiálu cíleně regulovat i teplotu půdy při pěstování brambor. V oblastech, kde je stále častější problém s přehříváním půdy a nedostatkem vody během vegetace, je možným nástrojem využití rostlinných mulčovacích materiálů (slámy, travní či jiné biomasy). S tím často souvisí také stále častější nedostatek vody v klíčových fázích růstu, který může negativně ovlivnit výnos hlíz (Flohrová, 1992).

Výsledky však ukazují, že rostlinné mulčovací materiály nejsou, pokud jde o zahřívání půdy, omezování růstu plevelů a zadržování vody tak účinné jako plastové fólie jak uvádí Ilic (1990). Toto se potvrdilo i v tomto pokusu, jelikož mulčování materiály rostlinného původu (RM a SLVZ) snižovaly teplotu půdy o 1,1 až 1,6 °C za sledované období.

K podobným zjištěným dospěl též Dvořák a kol., (2013a) při použití mulče z travní řezanky. I zde travní mulč fungoval jako izolant a za sledované období teplotu půdy snížil o 0,8 až 1,1 °C v porovnání s nemulčovanou kontrolou.

Podobné izolační vlastnosti vykazovalo použití papírové střednědobé mulčovací rohože (SD). Podobně jako ve studii (Brant, 2008), může použití tohoto materiálu snížit průměrnou teplotu půdy. Stále vážnějším problémem se však v současné době u řady plodin ukazuje nutnost regulace teplotních extrémů (tj. teplotních denních maxim či minim). Z provedené studie (Brant, 2008), použití papírového mulče pozitivně regulovalo tyto teplotní extrémy bez negativního ovlivnění průměrné teploty půdy.

Podle Ilic (1990) naopak celkové zvýšení teploty půdy umožňuje použití celé řady plastových mulčovacích folií a textilií. Použití černé biodegradabilní folie v tomto pokusu

také zvýšilo teplotu půdy o 0,3 °C. Tento doprovodný efekt je potvrzen řadou dalších pokusů a studií. Dvořák a kol., (2013a) dospěl ke stejným závěrům a to, že mulčovací textilie zvýšila teplotu půdy o 0,2 °C a byla u ní též zjištěna vyšší vlhkost půdy. V této souvislosti Dvořák a kol. (2013a) uvádí, že v chladnější bramborářské oblasti použití černé mulčovací textilie zvýšilo teplotu půdy a tím urychlilo vzcházení brambor o 2 – 3 dny a celkově vytvořilo lepší teplotní podmínky pro růst, který se ve výsledku projevil i vyšším výnosem hlíz v této oblasti.

## 6.2 Vliv mulče na vlhkost půdy

Nepříznivé vláhové poměry – nejen sucho, ale i často následné přívalové srážky – negativně ovlivňují konečné výnosy a v neposlední řadě také kvalitu. Rostliny bramboru jsou v porovnání s jinými zemědělskými plodinami citlivé na nedostatek vody (Vokál, 2004).

Prováděné experimenty (Brant, 2008) vzhledem k vlhkosti půdy prokázaly rozdílný vliv mulčovacích materiálů na hodnoty objemové vlhkosti půdy.

Při srovnání pokusných variant se nejvíce kladně na zvýšení vlhkosti půdy (v hloubce 40 mm) podílela aplikace slámy jako mulče (v dávce 4,5 t/ha). U tohoto mulčovacího materiálu byla naměřena průměrná vlhkost 12,7 % (u nemulčované kontroly 12,1 %). Kasirajan (2012) uvádí, že lepší účinky na vlhkost půdy mají plastové materiály (čiré, černé i bílé) a že zabraňují ztrátám vody (resp. snižují evapotranspiraci).

To se však zcela nepotvrdilo v tomto pokusu s biodegradabilní folií (relativní vlhkost půdy 2,3 %) a papírovou rohoží (5,3 %). Lze se domývat, že tyto výsledky dokazují nižší propustnost vody přes tyto materiály. Také u travního mulče Dvořák a kol. (2013a) upozorňuje na nežádoucí „spečení mulče“ čerstvé travní biomasy aplikované na hrůbky. U folií je tento nežádoucí efekt řešen mikro či makro perforací již z výroby (Anonym, 2016b).

Vedle toho i průhlednost mulčovací fólie může ovlivňovat zadržování vody, kdy v pokusech dva dny po závlaze bylo o 54 % více vody u neprůhledné folie a o 10,7 % více vody pod průhlednou folií než u záhonů nemulčovaných Ilic (1990).

Rovněž u střednědobé papírové rohože byl také v pokusech (Brant, 2008) zjištěn nižší obsah vody resp. nižší průměrná hodnota VWC. Za příčinu vyšší vlhkosti půdy na variantách

bez mulčovacího papíru autoři uvádí nízkou propustnost mulčovacího papíru pro vodu (zejména při nižších denních srážkových úhrnech).

### 6.3 Vliv mulče na obsah chlorofylu

Dusík je významnou složkou chlorofylu, má přímý vliv na výnosy a kvalitu brambor (Čepl, 2005). Rostlinný mulč (RM) z hrachu a hořčice vytvořil lepší podmínky pro dostupnost dusíku v půdě a tím i vyšší obsah chlorofylu v listech. Podobně uvádí i Dvořák (2013a), že travní mulč zvyšoval SPAD hodnoty chlorofylu v listech při aplikaci po výsadbě (o 4,5 %), ale i při aplikaci před vzejitím trsů brambor (o 3,4 %).

Tyto výsledky se potvrdily i v tomto pokuse, kdy byl zjištěn vyšší obsah chlorofylu v listech u variant mulčovaných rostlinným mulčem (RM) a slámou (SLVZ). Obě tyto varianty měly vyšší hodnoty než varianta nemulčovaná (K).

Dusík obsažený v rostlinách a koncentrace chlorofylu mají vzájemnou souvislost a proto se využívají jako indikátor výživného stavu rostlin (Olfs a kol., 2005). Zvýšený obsah chlorofylu v listech u rostlinného mulče (RM) proto indikuje lepší výživný stav porostů. Lze vycházet ze známé pozitivní korelace obsahu chlorofylu a dusíku konkrétně v rostlinách bramboru (Vos a Born, 1993).

U rostlinného mulče (RM) byli naměřeny hodnoty SPAD o 2,98 vyšší než u kontroly bez mulče. Na základě tohoto zjištění lze dále usuzovat, že rozkládající se biomasa rostlinného mulče složená z hořčice a hrachu dodala živiny pro růst brambor.

Při nakrytí hrůbků slámou před vzejitím (SLVZ) byli též SPAD hodnoty vyšší (o 2,23 SPAD). Toto zcela nepotvrzuje závěry Dvořáka (2013a), který uvádí, že použitá sláma způsobovala nejnižší obsahy chlorofylu v listech brambor. V tomto případě se však jednalo o aplikaci slámy bezprostředně po výsadbě a dusík byl patrně využit na rozklad slámy.

#### 6.4 Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové

Mandelinka bramborová je významným škůdcem při pěstování brambor. V podmínkách ekologického zemědělství je však její regulace omezená. Klade se proto důraz na nepřímou ochranu proti tomuto škůdci. Pomoci může i aplikace rostlinných mulčovacích materiálů jak uvádí Brust (1994). A proto při aplikaci rostlinného mulče (RM) a slámy (SLVZ) se projevil snížený výskyt larev mandelinky bramborové. U slámy (SLVZ) snížení o 36 %, u rostlinného mulče (RM) snížení počtu larev o 75 %. Avšak výskyt brouka mandelinky bramborové byl u slámy (SLVZ) o 104 % vyšší a u rostlinného mulče (RM) dokonce o 366 % vyšší oproti nezamulčované kontrole (K). Toto je zřejmě způsobeno strukturou rostlinného mulče, který umožňuje broukům pohyb a hlavně poskytuje úkryt (pro přirozené predátory mandelinky). V pozdějším stádiu pěstování se rostlinný mulč rozkládá a na brázdách již není skoro žádný pokryv mulče (Obr. 8).



*Obr. 8 – Varianta nakrytí rostlinným mulčem 30. 7. 2014*



Při hodnocení výskytu napadení mandelinkou bramborovou v pokuse Döringa (2006b) se ukázalo, že mulč ze slámy neměl v žádném pokusu vliv na jejich napadení. Nicméně, pokusy na třech lokalitách, při třech úrovních mulčování (nulové, střední a vysoké) dokazují shodný trend nejvyššího napadení u nemulčované plochy a nejnižší napadení u plochy s vysokou vrstvou mulče.

Mulč ze slámy (SLVZ) se projevil jako významný materiál při regulaci larev mandelinky bramborové a zároveň zajistil pokryv půdy až do konečné fáze pěstování (Obr. 9). U střednědobé papírové rohože (SD) byl zjištěn největší výskyt larev ze všech variant, ale nižší výskyt brouků než u RM. Pokryv byl zajištěn po celou dobu vegetace (Obr. 10).



*Obr. 9 – Varianta nakrytí slámou před vzejitím 30. 7. 2014*



*Obr. 10 – Střednědobá papírová rohož 30. 7. 2014*

Patrně bude záviset i na dalších podmínkách (půdních, stanovištních) neboť dle Dvořáka (2013a) mulčovací textilie a travní mulč na stanovišti v bramborářské výrobní oblasti, kde byl výskyt mandelinky bramborové velmi nízký, textilie a travní mulč mírně zvyšovaly výskyt brouků a následně i larev. V podmínkách Výzkumné stanice v Uhříněvsi se při ochraně před mandelinkou bramborovou nejlépe osvědčila černá biodegradabilní folie. Byl zde prokázán sice vyšší počet brouků, než u kontroly bez mulče, avšak nejnižší ze všech zkoušených variant mulčování. Také počet larev byl podstatně nižší u folie než u kontroly a ostatních mulčovaných variant. Biodegradabilní folie také zajistila plný pokryv půdy po celou dobu vegetace (Obr. 11). Naproti tomu použití mulčovací textilie na tomto stanovišti v předchozích letech (2008 - 2012) bylo spojeno se zvýšeným výskytem larev v porostu. Vyšší teplota půdy u textilie a ochrana, kterou mulčovací textilie poskytovala broukům, vedla k vyšší abundanci, následnému páření a zvýšené aktivitě kladení vajíček (Dvořák, 2013a).

U černé biodegradabilní mulčovací folie (F) se toto zjištění nepotvrdilo. Počet hnízd s vajíčky zde byl nejnižší (porovnání s kontrolou).



*Obr. 11 – Černá biodegradabilní folie 30. 7. 2014*

#### 6.5 Vliv mulče na výnos a kvalitu hlíz

Při přímém sázení do mulče, při dodržení mulčovacích postupů, potvrdili Mayer s Novotným (1997) vyšší výnosy brambor. Také aplikace sekaného rostlinného mulče zvýšila v následující sezóně výnos o 20 % (Loes, 2006).

V pokusech provedených v roce 2014 se jednoznačně prokázal zvýšený výnos hlíz u všech nemulčovaných variant. Nejvíce u rostlinného mulče (RM) a slámy před vzejitím (SLVZ). Lze se tak připojit k doporučení Dvořáka (2013a) z let 2009 – 2011, kde doporučil aplikaci povrchového mulčování travním mulčem před vzejitím brambor pro zvýšení výnosu konzumních hlíz. V těchto letech rovněž zaznamenal výnos hlíz o 3,2 % vyšší oproti variantě bez mulčování.

V tomto pokuse se rostlinný mulč (resp. hrách s hořčicí) také ukázal jako nejlepší varianta, kdy byl výnos o 7,4 t/ha vyšší než u nemulčované varianty. Také u celkové

hmotnosti hlíz pod trsem byly zjištěny nejlepší hodnoty u rostlinného mulče (RM) a to o 20,8 % oproti kontrole bez mulče (K). Pokud jde o velikost konzumních hlíz, zde bylo největší zastoupení hlíz o velikosti 55 – 60 mm. Lze tedy souhlasit s doporučením o použití rostlinného mulče pro zvýšení výnosu hlíz. U rostlinného mulče (RM) byly zároveň naměřeny i nejvyšší hodnoty obsahu chlorofylu v listech (tj. na základě známé korelace i vyšší obsah N v listech), které pravděpodobně souvisí i s vyšším výnosem hlíz u tohoto mulčovacího materiálu.

Döring (2006b) uvádí, že vliv mulčování slámou se výrazně neprojevil na výnosu hlíz. Avšak dodává, že mulčování slámou má významné účinky v ochraně proti erozi půdy, ve snížení ztrát dusičnanů po sklizni a na snížení virové infekce v množitelských porostech. V tomto případě se však pokrytí slámy jako mulče před vzejitím (SLVZ) projevilo pozitivně na výnos hlíz, který byl v tomto případě o 6,6 t/ha vyšší než u kontroly bez mulče. Při zjišťování hmotnosti hlíz pod trsem byl rozdíl vyšší oproti nemulčované variantě (K) o 17,9 %. Co se týče velikosti hlíz u této varianty byl největší počet hlíz o velikosti 40 – 55 mm pod trsem oproti ostatním variantám. K tomu mohla přispět u hrůbků se slámou i vyšší vlhkost půdy a druhý nejvyšší obsah chlorofylu, což mohlo podpořit vyšší výnos hlíz.

U varianty s černou biodegradabilní folií (F) byl zjištěn trend vyšších výnosů, ale největší počet hlíz pod trsem. Oproti nemulčované variantě (K), kde byl průměrný počet hlíz 24 ks pod trsem, zde byl počet hlíz o 16,6 % vyšší, přičemž největší zastoupení bylo tvořeno hlízami o velikosti 40 – 55 mm. Celkově nižší přírůstek výnosu u folie (o 3 t/ha) oproti ostatním mulčovacím materiálům byl pravděpodobně limitován zejména nižší zjištěnou relativní vlhkostí půdy.

## 7. Závěr

Použití biodegradabilních mulčovacích materiálů mělo pozitivní vliv na pěstování brambor v polní produkci:

Teplota půdy byla vyšší o 0,3 °C u použití biodegradabilní černé folie. Naopak ke snížení teploty půdy došlo při použití slámy (o 1,6 °C), rostlinného mulče (o 1,1 °C) a střednědobé papírové rohože o 0,7 °C oproti nemulčované kontrole. Tyto tři materiály působily jako izolant a folie půdu prohřívala.

Na zvýšení vlhkosti půdy (v hloubce 40 mm) se nejvíce pozitivně podílela aplikace slámy jako mulče (v dávce 4,5 t/ha). U tohoto mulčovacího materiálu byla naměřena průměrná vlhkost 12,7 % (u nemulčované kontroly 12,1 %). U ostatních materiálů byla vlhkost půdy nižší než u kontroly.

Obsah chlorofylu v listech vzrostl u nakrytých ploch rostlinným mulčem a slámou aplikovaných před vzejitím (výsledek je statisticky průkazný). Naopak pokles byl zaznamenán u ploch s černou biodegradabilní folií a střednědobou papírovou rohoží.

Vliv jednotlivých variant mulčování měl dopad i na regulaci mandelinky bramborové. U tohoto škůdce se ze zkoušených materiálů nejvíce osvědčila černá biodegradabilní folie a sláma před vzejitím. U folie byl zjištěn sice trend vyššího počtu brouků než u kontroly bez mulče avšak nejnižší ze všech zkoušených variant. Zvýšený výskyt brouků mandelinky bramborové byl zaznamenán u slámy před vzejitím, avšak počty larev zde byli podstatně nižší. A to o 36 % proti nemulčované kontrole. Nejvyšší statisticky průkazný nárůst počtu brouků byl zaznamenán u rostlinného mulče, ale počet larev byl naopak o 75 % nižší než u kontroly.

Pro zvýšení hmotnosti hlíz bylo nejefektivnější použití rostlinného mulče, který měl celkovou hmotnost hlíz pod trsem 2098 g/trs a slámová mulč 2048 g/trs. Nejvyšší hmotnost hlíz o velikosti 40 – 55 mm byla zjištěna u slámy (1299 g/trs), následně u biodegradabilní folie (1182 g/trs) a u rostlinného mulče (1145 g/trs). Použití rostlinného mulče (RM) také významně zvýšilo hmotnost hlíz o velikosti 55 – 60 mm (537 g/trs). Nejvyšší hmotnost hlíz o

velikosti nad 60 mm (360 g/trs) měla střednědobá papírová rohož. Nejnižší hmotnost podměrečných hlíz tj. frakce pod 40 mm byla zaznamenána u slámy (242 g/trs) a rostlinného mulče (185 g/trs).

Výnos hlíz statisticky průkazně ovlivnil rostlinný mulč (o 7,4 t/ha) a sláma (o 6,6 t/ha) oproti kontrole. U střednědobé papírové rohože a černé biodegradabilní folie byl výnos podobný o 3 t/ha (SD) a o 2,6 t/ha (F) vyšší oproti nemulčované kontrole.

### **Odpověď na výzkumné hypotézy:**

Hypotéza 1: použití mulče bude měnit pěstitelské podmínky u brambor (teplotu a vlhkost půdy, výživný stav porostů, výskyt mandelinky bramborové a napadení hlíz plísní bramboru).

Hypotéza potvrzena. Výběrem mulčovacího materiálu lze cíleně ovlivnit teplotu půdy. Rostlinný muč (hrách s hořčicí) a sláma jako mulč snižovaly teplotu půdy a černá folie naopak teplotu půdy zvyšovala, Vlhkost půdy zvyšovala sláma jako mulč a naopak folie ji snižovala, podobně i výskyt mandelinky bramborové či obsah chlorofylu v listech.

Hypotéza 2: použití různých biodegradabilních mulčovacích materiálů (papírových rohoží, biodegradabilních folií a slámy) bude ovlivňovat výnos hlíz a celkově výnosovou úroveň konzumních hlíz.

Hypotéza potvrzena. Změna pěstitelských podmínek se promítla i do úrovně celkové hmotnosti hlíz pod trsem a výnosové úrovně konzumních hlíz. U všech použitých mulčovacích materiálů byl zjištěn trend či průkazný nárůst výnosů konzumních hlíz (o 2,6 až 7,4 t/ha) oproti nemulčované kontrole.

### **Doporučení pro praxi**

Z výše uvedeného vyplývá, že biodegradabilní materiály a jejich vlastnosti ovlivňují pěstitelské podmínky u polní produkce brambor. Vzhledem k dostupnosti a cenové nenáročnosti je výhodnější využití přírodních materiálů (rostlinný mulč a sláma). Využití

biodegradabilní folie je spojeno s vyššími finančními nároky a zvýšenou pracností při pokládce. Rostlinné přírodní materiály také dodávají do půdy organickou hmotu a tím přispívají k lepší výživě půdy a ke zlepšení struktury půdy. I přes kladné výsledky studií jsou však tyto materiály v praxi opomíjeny.

## 8. Seznam použité literatury

- Anonym, 2012. Biolice. Dostupné na: <http://www.biolice.com/english/authentic.html>
- Anonym, 2016a. Ekocover. Dostupné na: <http://www.ekocover.cz/cz/vyrobky/>
- Anonym, 2016b. Motvoz – mulčovací folie. Dostupné na : <http://www.motvoz.cz/produkt-82/mulcovaci-folie>
- Brant V., 2008. Vliv mulčovacího papíru na vybrané fyzikální a biologické vlastnosti půdy a na růst a produkci polních zelenin. Závěrečná zpráva. ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra agroekologie a biometeorologie: 12 – 16
- Brant V., Zábranský P., Škeříková M., Pivec J. Kroulík M., Procházka L., 2015. Praktické možnosti využití užších řádků u kukuřice v rámci ochrany půdy proti erozi, Agromanuál, Profesionální ochrana rostlin, r. 10, č. 2
- Brust, G. E., 1994. Natural enemies in straw-mulch reduce Colorado potato beetle populations and damage in potato. *Biological Control*, 4(2), 163-169
- Čepl J., 2005. Hnojení brambor, Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, s. 8, ISBN80-86940-02-0 (brož.)
- Döring T., Heimbach U., Thieme T., Saucke H., 2006a. Aspect of straw mulching in organic potatoes – II. Effects on Potato Virus Y, *Leptospira decemlineata* (Say) and tuber yield., *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 58 (4), str. 93 – 97
- Döring T., Heimbach U., Thieme T., Saucke H., 2006b. Aspect of straw mulching in organic potatoes – I. Effects on microclimate, *Phytophthora infestans* and *Rhizoctonia solani*.. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 58 (3), str. 73 – 78
- Dvořák P., Kuchtová P., Tomášek J., 2013a. Response of surface mulching of potato (*Solanum tuberosum*) on SPAD value, Colorado potato beetle and tuber yield. *Int. J. Agric. Biol.*, 15: str. 798 - 800
- Dvořák P., Tomášek J., 2010. Mulč při pěstování brambor? *Bramborářství*. Roč. 18, č. 1., str. 11 – 14



- Dvořák P., Tomášek J., Hamouz K., Cimr J., 2013b. Sborník ze seminářů „Intenzifikace rostlinné výroby a trendy v pěstitelských technologiích“. Ověřený postup v ochraně půdy a porostů brambor. Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra rostlinné výroby FAPPZ. Praha. str. 55 – 60. ISBN: 978-80-213-2351-3.
- Fang J. M., Fowler P. A., Escrigb C., Gonzalez R., Costab J. A., Chamudis L., 2005. Development of biodegradable laminate films derived from naturally occurring carbohydrate polymers, Carbohydrate polymers, Volume 60, Issue 1, str. 39 - 42
- Flohlová A., 1992. Využití folií při pěstování polní zeleniny (Mulčování a nakrývání). Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha. 38 s. str. 5 – 6. ISSN 0862-3562.
- Golueke C. G., 1991. The art and science of composting, JG Press, Emmaus, PA, pp. 14-39.
- Hamouz K., Dvořák P., Čepl J., Hausvater E., Kasal, Vokál B., 2008. Brambory – inovace a trendy v pěstování, nové pohledy na kvalitu, Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 21 s. ISBN 978-80-7271-194-9.
- Hezký, P., 2006. Výnos brambor pod ochranou závlahy. Informační servis časopisu *Úroda*. Dostupné na: [http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Vynos-brambor-pod-ochranou-zavlahy\\_\\_s457x25786.html](http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Vynos-brambor-pod-ochranou-zavlahy__s457x25786.html)
- Ilic P., 1990. Mulched beds, American veg. Grower, č. 11, str. 18 – 21
- Jílek M., 2014. Mulčování. Dostupné na: <http://www.zelenycarodej.cz/prvky/puda/115-mulcovani>
- Johnson, J. M., Hough - Goldstein, J. A. and Vangessel, M. J., 2004. Effects of straw mulch on pest insects, predators, and weeds in watermelons and potatoes. Environmental entomology 33/6, str. 1632 - 1643
- Kasirajan S., Ngouajio M., 2012, Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. Agronomy for sustainable development, 32, str. 501 - 529
- Kolář P., Naturamyl a.s. Pohledští Dvořáci, 1999, Nepotravinářské využití bramborového škrobu pro výrobu biodegradabilních obalů, Havlíčkův Brod
- Kozáková R., (2008). Výroba a použití mulčovacích folií z recyklovaného papíru. *Biom.cz* Dostupné na [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-a-pouziti-mulcovacich-folii-z-recyklovaneho-papiru>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-a-pouziti-mulcovacich-folii-z-recyklovaneho-papiru). ISSN: 1801-2655.

- Loes A., Riley H., Brandsaeterv L., 2006. Workshop – Ekologická zelenina v polních podmínkách, Povrchové mulčování směsí travy a jetele pro výživu ekologicky pěstované zeleniny a potlačení plevelů, Norský institut pro výzkum v zemědělství a v životním prostředí, Bioforsk, str. 31
- Lubasová D., 2015. Biodegradabilní materiály, INTEC Oddělení nanotechnologií a informatiky. Dostupné na: <https://int.cxi.tul.cz/cs/Bidegradabilita>
- Mayer V., Novotný F., 1997. Zkušenosti se sázením brambor do mulče, MZ speciál 2/97, VÚZT, Praha, str. 40 – 43
- Naryan R., Vert M., Feiyen J., Albertsson A., Scott G., Chiellini E., 1994. Biodegradable plastics and polymers, Redwood Press, Melksham, Wiltshire, UK, s. 261-273.
- Olf W., Blankenau K., Brentrup F., Jasper J., Link A. and Lammel J., 2005. Soil- and plant-based nitrogen-fertilizer recommendations in arable farming. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168: str. 414 – 431
- Pokorný Z., 1996. Výzkum výroby a užití obalových materiálů z biologicky rozložitelných plastů na bázi škrobů, VÚZT, Praha 6, str. 3
- Procházková a kol., 2001. Hnojení slámou při mělkém zpracování půdy k jarnímu ječmeni, Ječmenářská ročenka 2002 (2001), str. 154 - 158
- Relf D., McDaniel A., 2004. Mulches for the home vegetable garden. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia State University Enviromenal horticulture. Publication, str. 426-326.
- Sinkevičienė A., Jodaugienė D., Pupalienė R. and Urbonienė M., 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agromomy Research* 7. No. 1. p. 485–491.
- Smaranda A., Gusetoiu R. I., 2011. Analysis of biodegradeable agricultural films and opportunities of use, Mechanical Engineering Faculty „Politehnica“ University of Timisoara. Dostupné na: <http://www.agir.ro/buletine/1323.pdf>
- Šarapatka B., Urban J., Čížková S., Dukát V., Hejduk S., Hrabalová A., Hradil R., Juršík J., Leibl M., Mátlová V., Moudrý J., Plíšek B., Pokorný E., Rozsypal R., Sedlo J., Škeřík J., Šonková R., Trávníček P., Vaněk D., Zídek T., 2006. Ekologické zemědělství v

- praxi. PRO - BIO Svaz ekologických zemědělců Šumperk. 502 s. ISBN 978-80-903-583-0-0.
- Uddling J., Gelang-Alfredsson J., Piikki K. and Pleijel H., 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynth. Res.*, 91: str. 37 – 46
- ÚKZÚZ, 2015. Průvodce zaváděním prvků integrované ochrany rostlin pro rok 2015. Dostupné na: [http://eagri.cz/public/web/file/417724/Pruvodce\\_IOR.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/417724/Pruvodce_IOR.pdf)
- Vach M., Javůrek M., 2010. Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin: metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 323 s
- Vokál B. a kol., 2004. Technologie pěstování brambor - Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, s. 91
- Vos J. and Born M., 1993. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to assess the nitrogen status of potato foliage. *Potato Res.*, 36: str. 301 – 308
- Weger J., Havlíčková K. a kol., 2003. Biomasa. Obnovitelný zdroj energie v krajině., VÚKOZ, Průhonice, 51 s. + příl.
- Wojnar M.D., 2004. Výroba degradabilních plastů z obnovitelných zdrojů české zemědělské produkce pro průmysl, Biotechnologie, Sborník referátů z odborné zemědělské konference Zlín 21. 10. 2004, Výzkumný ústav materiálů Queen Quelle s.r.o., Ostrava, str. 93
- Yu-shan B., Guo-yuan M., Nai-jian Z., Hai-lin Z., Jian-cheng W., 2006. Analysis and Comparison of the Effects of Plastic Film Mulching and Straw Mulching on Soil Fertility. *Scientia Agricultura Sinica*. 39(5):1069-1075.