

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

**Využití živého a mrtvého mulče při pěstování polních
plodin**

Bakalářská práce

Václav Dvořák

Ekologické zemědělství

Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Využití živého a mrtvého mulče při pěstování polních plodin jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25.04.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za pomoc při řešení tohoto tématu spojeného s mulčovacími technikami. Také oceňuji jeho přístup při řešení grafických problémů u této bakalářské práce, jeho ochotu a trpělivost. Dále chci poděkovat svojí rodině za prostor, který mi věnovali během studia

Využití živého a mrtvého mulče při pěstování polních plodin

Souhrn

Mulčování patří mezi důležité způsoby, jak zajistit ochranu plodin před nepříznivými vlivy, jako je eroze půdy, působení škůdců na sadbu širokořádkových plodin, vliv teploty a vlhkosti. Mulčování bylo považováno za přírodní proces až do doby, kdy člověk poznal jeho mimořádný význam, a proto se rozhodl využít získaných poznatků a začal vyrábět i speciální druhy antropogenních mulčů. Kromě slámového mulče se začal využívat i mulč z lidské činnosti např. tkaná a netkaná textilie, popřípadě papír. V několika uvedených pokusech byl pozorován příznivý vliv při použití přírodních mulčů na omezení výskytu mandelinky bramborové, plísně bramboru a také na nižší zaplevelení. K důležitému poznatku se dospělo i zkoumáním eroze půdy, kdy mulčování zabraňuje vzniku erozních situací. V tomto ohledu je nejlepším mulčovací materiálem sláma. Z výsledků je dále patrné, že kvalita hlíz je ovlivněna zvýšenou přítomností vitamínu C a chlorogenové kyseliny. Nejvyšší zastoupení těchto látek bylo zjištěno u hlíz, na které byla aplikována mulčovací textilie. Kvalitu a výnosnost hlíz jde ovlivnit i použitím barevných mulčů, které mají schopnost absorbovat sluneční záření. Kromě zjevných výhod má mulčování i své nevýhody, mezi které řadíme zpomalované zahřívání půdy sluncem a s tím související náklady na pomalejší zrání plodin. V některých případech může mulč působit škodlivě, a to hlavně v případě kořenových systémů stromů a rostlin, kde mulč může způsobovat výraznější výskyt chorob vlivem nesprávného nasycení půdy. Další problém může nastat u polí se závlahovým systémem, kde množství aplikovaného mulče může bránit pronikání vlhkosti ke kořenovému balu.

Klíčová slova: rostlinný mulč, sláma, eroze, tkaná a netkaná textilie, biologická ochrana

Using live and dead mulch to grow field crops

Summary

Mulching is one of the important ways to protect crops from adverse effects such as soil erosion, the effects of pests on large-scale crops, the effects of temperature and misery. Mulching was considered a natural process until one realized its extraordinary importance, so he decided to use the gained experience and began to produce special types of anthropological mulches. Mulching from human activities, such as woven and non-woven fabrics or paper, began to be used as straw mulch. In several of these experiments, a beneficial effect was observed when using natural mulches to reduce the occurrence of potato beetles, potato blight and also lower weeds. Important knowledge was also gained by studying soil erosion, where mulching prevents erosion situations. In this respect, the best mulching material is straw. The results further show that the quality of tubers is affected by the increased presence of vitamin C and chlorogenic acid. The quality and yield of tubers can also be affected by the use of colored mulches, which have the ability to absorb sunlight. In addition to the obvious advantages, mulching also has its disadvantages, which include slowing down the soil and the associated costs of slowing crop ripening. In some cases, mulch can be harmful, especially in the case of tree and plant root systems, where mulch can cause more diseases due to improper soil saturation. Another problem can occur in fields with an irrigation system, where the amount of mulch applied can prevent moisture from penetrating the root ball.

Keywords: plant mulch, straw, erosion, woven and nonwoven fabric, biological protection

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	8
3. Literární rešerše	9
3.1. Popis organického a anorganického mulče	9
3.1.1. Jednotlivé druhy organického mulče	9
3.1.2. Jednotlivé druhy anorganického mulče	12
3.2. Přínosy mulčovacích materiálů	17
3.2.1. Vliv mulčovacích materiálů na erozi půdy	17
3.2.2. Vliv mulčovacích materiálů na teplotu a vlhkost půdy	21
3.2.3. Obsah chlorofylu a výživný stav	23
3.2.4. Vliv mulčovacích materiálů na zaplevelení	25
3.2.5. Vliv mulčovacích materiálů na choroby a škůdce	27
3.2.5.1. Mandelinka bramborová	27
3.2.5.2. Vliv mulčovacích materiálů na výskyt či regulaci houbových chorob	29
3.2.5.3. Mšice a virové choroby brambor	32
3.2.6. Vliv mulčovacích materiálů na výnos a kvalitu hlíz	33
3.2.6.1. Výnos	33
3.2.6.2. Kvalita vypěstovaných hlíz	34
3.3. Aplikace organického mulče	35
3.3.1. Odstranění organického mulče před sklizní	35
3.3.2. Přínosy organického mulčování u brambor	35
3.4. Srovnání negativ a pozitiv mulčovacích materiálů	38
3.4.1. Škodlivé účinky organického mulče	38
3.4.2. Degradace podél okrajů	39
3.5. Závěr	40
3.6. Literatura	41

1 Úvod

Nakrývání povrchu půdy rostlinným či jiným materiálem, je velkým přínosem pro zemědělskou činnost z hlediska účinné regulace teploty půd, pro zlepšení dostupnosti srážek a závlahové vody. Samotný pojem mulčování souvisí s dodáváním organické hmoty do půdy, ale i s regulací mikroklimatu a patogenů. Při napadení chorobami či škůdci dochází k velkým ztrátám, které lze řešit použitím správné pěstitelské technologie. Většina intenzivních produkčních oblastí se potýká s tímto problémem. Abychom omezili výskyt plevelů a škůdců lze doporučit mulčování. V tomto případě máme na výběr širokou škálu materiálů jako je například mulčovací folie či textilie nebo rostlinný. Při volbě mulčovacích materiálů je tedy důležité si říct jaké benefity a zlepšení lze za daných pěstitelských podmínek očekávat. Názor některých autorů na využití rostlinného mulče, ale i materiálů z lidské činnosti se i podstatně liší. Kromě výhod má mulčování i své nevýhody jako je vysoká potřeba ruční práce a riziko úkrytu hlodavců a slimáků. Během mulčování dochází k rozkladu odumřelého organického materiálu na povrchu půdy, a proto někteří označují tento proces jako plošné kompostování, kdy pokládáme raději tenkou vrstvu mulče, kterou pravidelně obnovujeme než tlustou vrstvu. Při nesprávném rozložení mulče mohou vzniknout anaerobní podmínky, které mohou způsobit až nežádoucí hnilobné procesy.

Při mulčování je třeba dodržovat tato základní pravidla:

1. Půda musí být prokypřena
2. Materiál k pokryvu musí být rozsekán na menší kusy
3. Nesmí být pokryty řádky kulturních rostlin
4. Materiál musí být bez semen plevelů

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit současný stav a možnosti efektivního využití rostlinných mulčovacích materiálů a podsevů při pěstování polních plodin. Setřídít přínosy a negativa těchto postupů při pěstování širokořádkových plodin. Podrobněji charakterizovat způsoby, techniky a přínosy aplikace rostlinného mulče a pomocných plodin při pěstování brambor.

3 Literární rešerše

3.1 Popis organického a anorganického mulče

Mulč využívaný při pěstitelských technologiích může být anorganické či organické povahy. Organické mulče šetří vlhkost, ale mohou být i zdrojem živin a humusu. (Mcdaniel & Diane 2020).

Tyto látky, které se získávají z rozkladu organického mulče, jsou vhodné jako potrava pro půdní organismy. V zahradních systémech založených na produkci plodin jsou z výše uvedeného důvodu organické mulče zapracovávány do půdy každým rokem, aby mohlo docházet ke zlepšování struktury půdy (7 & Diane 2020).

Bez ohledu na zdroj organické hmoty jsou pro uživatele důležité dva faktory. Prvním z nich je fáze rozkladu mulče a druhým relativní slanost materiálu. Hnůj a kaly považujeme za obvykle slané materiály, které mohou způsobovat potíže, pokud nejsou používány s mírou. (Malcolm & Jerry 2006).

Naproti tomu anorganické materiály nepřidávají do půdy živiny ani humus – nerozkládají se. Jinak jsou tyto materiály účinnými mulči a některé jsou atraktivní a mají trvalým charakter (Malcolm & Jerry 2006).

3.1.1 Jednotlivé druhy organického mulče

Slámový mulč

Slámový mulč je často řazen mezi nejlepší mulčovací materiály. Jeho výhodou je vhodná struktura, vzdušnost, dobrý vzhled a snadná aplikace. Sláma nepatří mezi nákladné materiály. Problém může nastat až při transportu balíků slámy a její aplikaci na velké plochy. V podmínkách ekologického zemědělství je vhodné využívat bio slámu to proto, že sláma získávaná z konvenčního zemědělství může obsahovat příměsi některých látek, jako jsou například postřiky (Svoboda 2009).



Obr.č.1 Sláma jako mulč <https://gardencs.desigusxpro.com/kartofel/mulchirovanie.html#4>

Účinky slámového mulče na produkční ukazatele mohou být proměnlivé. Mohou zato rozdílné půdně – klimatické podmínky jednotlivých lokalit. Za letních a suchých podmínek je zaznamenán větší nárůst hlíz u brambor spojený s využitím slámového mulče. Naopak snížené výnosy hlíz jsou spojovány hlavně s podmínkami, kdy teplota půdy je pod svým optimem. Zvyšováním dávky aplikovaného mulče ovlivňujeme vlhkost a teplotu půdy. Můžeme tedy říci, že vyšší výnosy plodin jsou většinou připisovány k zajištění vyšší a stabilnější půdní vlhkosti za suchých a semiaridních (polosuchých) podmínek.

Avšak v poměrně horkém a suchém létě roku 2003 tyto výnosy nebyly ovlivněny slámou z mulčování (Döring et al. 2005).

Při aplikaci tohoto mulče je nutné nejprve počítat i s možným úletem slámy. Později tato sláma ulehne a utuží se. Další problém může nastat odebráním dusíku z půdy k rozkladu slámy. V případě, že se ve slámě vyskytují obilná zrna nebo semena jiných rostlin, dochází k jejich vzcházení a následnému nežádoucímu zaplevelení tohoto pozemku (Flowerdew 2011).

Mezi výborné mulče patří také podrcená sláma. Ta se nejprve nepatrně zapraví například pomocí podmítky či dalšího mělkého zpracování půdy, aby nebyla odnášena větrem. Slámu podrtíme drtičem na sklízecí mlátičce a aplikujeme dusíkaté hnojivo. Využitím podrcené a rozptýlené slámy v kombinaci s vymrzající mezipločinou se jedná o efektivní způsob ochrany půdy při pěstování kukuřice (Hůla et al. 2003).

Pokud hodláme využít mulč se slámy, je nutné zohledňovat i druh následně pěstované plodiny. „Pro zdárný průběh mikrobiálního rozkladu posklizňových zbytků je nejvhodnější poměr C: N=20-30:1. S ohledem na lepší poměr C: N je nejvhodnější použít mulč se slámy luskovin. Chceme-li přesto slámu obilnin využít nejen jako mulč, ale i z hlediska dodávky organické hmoty do půdy, pak je lépe použít slámu jařin (jarní pšenice, jarní ječmen). Je ale nutná dokonalá úprava slámy mulčovačem a její částečné zapravení do půdy kypřiči.“ (Vach & Javůrek 2010).

Drcená kůra smrků a borovic

Podle pana Svobody (2009) platí, že většina dostupné kůry dnes pochází z jehličnanů, tudíž není vhodná k listnatým stromům a k trvalkám. Tento druh mulče vytváří kyselé pH, které není vhodné pro běžné typy rostlin, jelikož obsahuje určité množství inhibitorů růstu. Výjimku tvoří zahrady s již kyselou půdou, kde se majitel snaží zaměřit na pěstování takových rostlin, které lépe snáší kyselejší hodnoty pH. (Svoboda 2009).



Obr.č.2 Drcená kůra borovic a smrků [online]. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.travnik-realizace.cz/inpage/mulcovaci-kura/>

Travní biomasa

Jako mulč se často využívá 5 cm silná vrstva posečené trávy. Na předem připravený pozemek nanese se suchou trávu doplněnou o určité množství čerstvé trávy. Silná vrstva čerstvé trávy vydává nadměrné teplo a zápach místo toho, aby se rozkládala jako jiný organický materiál. V případě, kdy použijeme menší množství posekané čerstvé trávy, dochází k rychlejšímu rozkladu travní biomasy, která tak poskytne rostoucím rostlinám dostatečnou dávku živin včetně dusíku. Posekaná travní biomasa v nízké vrstvě může být použita napřímo jako mulč kolem zeleniny nebo ovocných rostlin (Relf & Mcdaniel 2020). Travní biomasu jako mulč využíváme hlavně při pěstování listové zeleniny, jako je hlávkový salát, špenát a mangold. Při aplikaci umístíme mulč opatrně na patu rostliny (Whiting et al 2003).

Ze zásady je nutné se vyvarovat použití trávniho mulče, který byl v tomto období ošetřen herbicidem nebo kombinací hnojivo – herbicid (Relf & Mcdaniel 2020).

Listy

Dobrou kontrolu plevelů poskytne i vrstva listů, která je 5-8 cm silná. Listy se poměrně rychle rozkládají, jsou obvykle snadno získatelné a atraktivní. Po jejich rozkladu dochází k zlepšování půdních vlastností. Mezi jednu z výjimek patří listy ořešáku kvůli přítomnosti juglonu. Jedná se o chemickou látku, která brání růstu mnoha rostlin, a proto se jako mulčovací materiál tyto listy nepoužívají (Relf & Mcdaniel 2020).



Obr.č.3 Listy použité jako mulč (<https://www.orami.co.id/magazine/ini-caranya-membuat-tanah-kembali-gembur-bagi-moms-yang-suka-bercocok-tanam>)

I když listy jsou dobré pro ochranu rostlin v období vegetačního klidu, může docházet vlivem jejich nízké hmotnosti k odnosu i mírným větrem. Aby se tomuto ději zabránilo, volíme ukotvení pomocí kamenů, štípané kůry nebo prostřednictvím sítě (Acosta-Martínez et al. 1999). Tento způsob mulčování neovlivňuje vsakování vody ani objemovou hmotnost, ale zásadně zvyšuje celkové množství dusíku a uhlíku do hloubky 1,3 cm (Acosta-Martínez et al. 1999).

3.1.2 Jednotlivé druhy anorganického mulče

Geotextilie

Geotextilie je definovaná jako plošný polymerní (tedy syntetický) nebo přírodní materiál. Může být tkaná, netkaná, popřípadě pletená používaná ve styku se zeminou nebo jinými materiály (Výrobky *Geomat* 2021).

Nejčastěji se vyrábí z polypropylenu nebo polyesteru. Barva tohoto materiálu je z většiny případů bílá, černá, ale může se vyskytovat i v dalších barevných odstínech (např. hnědá) (Výrobky *Geomat* 2021).



Obr.č.4 Využití geotextilie v zemědělství

<https://hobby.instory.cz/3479-geotextilie-oceni-nejen-zahradkari-kazdy-material-je-ale-vhodny-pro-jine-vyuziti.html>

Tkané textilie a netkané textilie

Tento typ textilií je vyráběn na tkalcovském stavu se dvou vzájemně kolmých soustav nití, pramenců nebo pásek, které jsou navzájem provázány. Podélná soustava nití je nazývána osnova a příčná zas útek (Výrobky *Geomat* 2021).

Vývoj netkané textilie byl zaznamenán na počátku šedesátých let 20. století. Její uplatnění je v pěstitelské praxi značně široké. Textilie velmi dobře propouští světlo, vzduch, ale i vodu. Vytváří tak příznivé mikroklimatické podmínky. Jednou z vlastností netkané textilie je ochrana půdy před podzimními a předčasnými mrazíky. Pokud bude docházet k poklesu teploty vzduchu pod teplotu rosného bodu, vodní pára zkondenzuje a molekuly vody uzavřou prostor mezi vlákny textilie. Při následném mrazu voda zmrzne a vytvoří tak ledový krunýř. Pod tímto krunýřem vznikne prostor omezující působení mrazu tzv. „iglú efekt“ (Kožnarová & Klabzuba 2005).

Podle Rožnovského & Liteschmana (2008) platí, že v současné době se vyrábějí textilie lišící se nejen barvou, ale i tloušťkou. Bílá netkaná textilie je doporučována zvláště při nakrývání porostů rané zeleniny (ředkvičky, salát a košťálové zelenina). Výrobce uvádí, že při jejím použití dochází k prodloužení vegetačního období, k urychlení sklizně a ke zvyšování výnosů. Porost pod netkanou textilií je dále chráněn před nepříznivými povětrnostními vlivy, kde působí jako ochrana před chladem, nadměrným teplem a suchem. Dále je propustná pro dešťové srážky a závlivku. Vytváří tak optimální mikroklima pro pěstované rostliny.

Naopak černá netkaná textilie je vhodná na mulčování záhonů jahod a zeleniny. Dále se využívá k nastýlání půdy v ovocných a okrasných školkách případně ve vinohradech. Při jejím použití dochází k zabránění růstu plevelů včetně vytrvalých, a proto není nutné používat chemickou ochranu, jako jsou herbicidy (Rožnovského & Liteschmana 2008).

Pro přípravu půdy s využitím netkané textilie je nutné vlastní tvarování hrůbků. To provádíme pomocí rotovátorů či rotačních pleček s formovačí hrůbkou. Na takto připravenou půdu se pokládá mulčovací textilie, kterou je třeba na okrajích zatížit (třeba zeminou). Mezi využitelné textilie patří ty, které mají délku 1,6 metrů pro 2 řádky či 3,2 metry pro 4 řádky s návinem 250 či 500 metrů na roli. Tuto roli netkané textilie pro lepší manipulaci navlečeme na tyč, kterou můžeme upevnit do tříbodového závěsu traktoru nebo malotraktoru. Pro lepší zahrnutí lze používat i zahrnovací disky, které umožňují přihrnovat zeminu na okraje textilie. Při výsadbě hlíz je nutné do netkané textilie vytvořit dostatečné otvory (optimálně dva na sebe kolmé o délce asi 15 cm) pro následné uložení a dobré vzcházení hlíz (Dvořák et al 2013).

Při využívání netkaných textilií platí, že nejdokonalejší textilií je ta, která zvládne vysokou zátěž. Tento parametr mohou splňovat také tkané textilie. Podle pana Vrbaty (2019) platí, že čím je vyšší gramáž, tím bude textilie odolnější. Tyto „těžké“ textilie nacházejí své uplatnění v zahradních centrech, kde ji lze aplikovat pod květináče. Využitím těchto speciálních materiálů se snažíme omezit růst plevelných rostlin.

Pro mulčovací účely využíváme netkané textilie, které mají nižší gramáž a to 50 g/m² nebo můžeme použít i tkané textilie s gramáží v rozmezí 70-90 g/m². Mezi poslední typ zahradních textilií patří netkaná textilie o nižší gramáži (20 g/m²). Obvykle se využívá při mrazech, kdy textilií pokládáme na zeleninové záhony. Je nesmírně důležité tento materiál na okrajích zatížit kameny nebo prknem, aby nedocházelo k pronikání mrazu pod textilií (Vrbata 2019).

Agrotex

Agrotex je tepelně upravená eko textilie, která zabraňuje prorůstání plevelných rostlin půdou. Její průměrná životnost je v rozmezí 3-5 let a závisí na podmínkách instalace. K zavedení této eko textilie dochází ve většině případů na zahradách, ale i na veřejných prostranstvích. Velký význam má i v dopravní infrastruktuře, kde se aplikuje na svahy jako vhodná ochrana proti erozím (Geomall.cz 2021).

Využitím této eko textilie dochází k rovnoměrnému pronikání vody do půdy. Dále snižuje množství odpařované vody a tím se udržuje i lepší vlhkost půdy. To má zásadní vliv na tvorbu půdního škraloupu. Při dostatečné vlhkosti dochází k zabránění vzniku tohoto nebezpečného jevu. Eko textilie se vyrábí z přírodního 100 % kompostovaného materiálu (Geomall.cz 2021).

Při jejím zpracovávání se spotřebovává minimální množství neobnovitelných zdrojů. Po několika letech dochází vlivem vlhkosti a tepla k jejímu šetrnému rozkladu. Pokládka eko textilie je jednoduchá. Na určeném místě jí rozvineme s přesahem okolo 20 cm. Její okraje je nutné zatížit zeminou, případně je možné využít ukotvovacích kolíků. Před pokládkou Agrotexu je nutné zbavit záhony plevelných rostlin. Samotnou výsadbu sazenic provádíme proříznutím eko textilie na vyznačených místech. V případě aplikace herbicidů je nutné eko textilií instalovat až po 14 dnech (Geomall.cz 2021)

Mulčovací folie

Pro většinu plodin je možné využít lehké kryty z perforovaného plastu (polyesteru nebo polypropylenu), které leží nad rostlinami nebo doslova na nich „plovou“. Perforovaný polyetylen má jednotný vzor, který tvoří otvory pro větrání a prostup srážek či závlahy. Vzniklé

otvory mají i své nevýhody. Jsou důvodem tepelných ztrát, které se projevují většinou v nočních hodinách. Jsou možným místem pro vstup škůdců do půdy (Kožnarová V & Klabzuba 2005).

Barevné mulče

Velkým přínosem pro zemědělství je využití barevných mulčů. Krom černé barvy, která je jednou z nejoblíbenějších, našly své využití i další barvy jako jsou modrá, zelená, žlutá, červená, hnědá, bílá, fialová a stříbrná. Různobarevné mulčování má příznivý vliv na pěstované plodiny. Optické vlastnosti těchto materiálů mohou ovlivnit jak teplotu půdy a vzduchu v okolí plodiny, tak i výskyt plevelů. V některých případech mohou barevné mulče změnit chování hmyzu. To může být přímým impulzem při zabránění poškozování rostlin, což má vliv i na výskyt chorob (Coolong 2012).

Barevné mulče můžeme rozdělit na dvě skupiny podle tolerance světla

1. Nerozlišující mezi různými vlnovými délkami
2. Selektivní bránící přenosu fotosynteticky aktivního záření (400-700 nm)

Mulče, které selektivně filtrují světlo v oblasti působení fotosynteticky aktivního záření, označujeme jako mulče pro infračervený přenos (IRT). Tyto materiály mají vysokou tendenci přenášet světlo o vyšších vlnových délkách. Dále umožňují větší oteplování půdy a tím i snižují množství světla dostupného pro růst plevelů. Černá barva plastového mulče patří mezi nejvhodnější materiály používané v rostlinné výrobě. Jeho popularita je způsobena hlavně nižšími náklady na akr půdy oproti jiným mulčovacím materiálům. Na rozdíl od čirých mulčů absorbuje černá plastová folie krátkovlnné záření ve větším množství (Coolong 2012).

Při zvyšujících se teplotách půdy může docházet k poškozování rostlin a tím i ke snížení výnosů pod černým mulčem, proto je vhodné používat světlé druhy reflexních materiálů, aby nedocházelo k poškozování plodin (Coolong 2012).

Bílé mulče aplikované na půdě jsou nevýhodné při likvidaci plevelů, protože propouští velké množství světla. Z provedených pokusů bylo patrné, že nejlepšími vlastnostmi bylo dosaženo v případě přemalování černých mulčů na bílé. Tato kategorie nově vytvořených mulčů kombinuje výhody obou typů jak z hlediska omezení vlivu plevelů pod mulčovacím materiálem, tak umožňuje snižování teploty. V porovnání s holou půdou platí, že odraz krátkovlnného záření má za následek mírně nižší teplotu, což se projeví v kořenové zóně při použití reflexního mulče (Coolong 2012).

Papír

Při mulčování využíváme hlavně kartonové krabice. Tento materiál je vhodný proti prorůstání plevelných rostlin. Další jeho výhodou je jeho propustnost pro vodu. Ta je propouštěna do půdy a aplikací tohoto mulče dochází k zabránění případnému výparu. Je vhodné využívat takové materiály, které nejsou potištěné. Potisk může obsahovat těžké kovy, které se mohou uvolňovat do půdy. Tyto škodlivé látky mohou být obsaženy i v samolepicích páskách a kovových sponách, a proto je také odstraňujeme. Vrstvy papíru jsou k sobě přilepené lepidlem na bázi klišu. Tento způsob aplikace by měl být neškodný (Svoboda 2009).

Američtí eko zahrádkáři doporučují využití novin jako mulče. V tomto případě platí, že je možné úspěchu dosáhnout pouze v případě, kdy jsou noviny tištěné inkoustem na sójové

bázi. V našich podmínkách využíváme potisky obsahující větší množství těžkých kovů, a proto není vhodné je přímo aplikovat na půdu (Svoboda 2009).

V současné době existují 2 typy mulčovacích papírů používaných během vegetačního období. Ty jsou založeny hlavně na trvanlivosti. První z nich je navržen tak aby vydržel po dobu, po kterou jsou rostliny na poli. K druhému typu přiřadíme ty papíry, které jsou vhodné pro trvalé plodiny v polní kultuře nebo pro sled více plodin za vegetaci (Flint 1929).

Papírový mulč můžeme aplikovat třemi způsoby. Za prvé vkládáme malé čtverečky papíru v pravidelných vzdálenostech. Tuto metodu využíváme při pěstování takových polních plodin jako, jsou vodní melouny, okurky a dýně. Uprostřed tohoto materiálu jsou vyříznuté otvory vhodné velikosti, které umožňují polní osévání anebo přesazování. Připravená semena sejeme těsně před aplikací daného mulče na připravený semenný záhon (Flint 1929).

Druhou metodu využíváme při pěstování takových plodin, jako jsou paprika, rajčata, lilek, zelí či tabák. Využijeme způsobu, při kterém používáme proužky (pásky) papíru v kombinaci s nezakrytou půdou. V tomto případě papír rozvineme na půdu a okraje pokryjeme zeminou. Aplikace tohoto mulče je prováděna strojově. Využíváme tzv. křížových štěrbin, které jsou vhodné pro zasetí mladých rostlin. Druhou metodu lze využít i při pěstování plodin jako jsou kukuřice, brambory a sladké brambory. Během strojového kladení papírového pásu může docházet k synchronizaci s výsadbou dané plodiny (Flint 1929).

Třetí metodu aplikujeme při pěstování setých plodin v polní kultuře. Proužky mulčovacího papíru pokládáme po provedeném strojovém setí, tak že pro tvorbu jednotné mulčovací vrstvy využíváme sponek, sešíváných lišt nebo hran. Poškození větrem představuje jednu z nevýhod tohoto způsobu využití. Další poškození mulčovacího papíru vzniká nutným odplevelením v meziřadí (Flint 1929).

Mulčovací rohože EkoCover

Mezi netradiční způsoby, jak lze využít odpadní papír, patří výroba mulčovacích rohoží. Jedná se o novozélandskou technologii, kdy se tímto procesem zpracovává 9 tun odpadního papíru. Na výrobu mulčovacích rohoží se využívá hlavně kancelářský papír. Tento druh mulče je určen pro použití v zemědělské či zahradnické tvorbě, kde zabraňuje růstu plevelů a udržuje vláhu. Dále je vhodný při plošném použití, protože dokáže snížit možný výskyt erozního nebezpečí. Další výhodou tohoto materiálu je jeho organický charakter díky, kterému se po určitém čase zcela rozloží a půdu tak obohatí o cennou humusovou složku (Kozáková 2008).

Společnost EkoCover vyrábí a produkuje tyto druhy mulčovacích rohoží. Prvním z nich je papírová mulčovací rohož s prodlouženou životností. Hlavní výhodou této rohože je náhrada plastů a výrobků z juty. Tento výrobek je zcela biologicky odbouratelný a byl patentován ve 21 zemích. Jeho životnost je rozdílná v závislosti na terénu, klimatických podmínkách a na způsobu aplikace. Jeho hlavní výhodou je zabránění růstu plevelů, zajištění dostatečné vláhy pro rostliny. Při aplikaci je doporučováno položit tenkou vrstvu jemné kůry. Mulčovací rohož se snadno stříhá na délku i na šířku a dobře se upevňuje k zemi. Standardní šířka je uváděna okolo 2 metrů, ale může být i menší v závislosti na požadavcích objednávky (Ekocover 2021).

Druhý typ je jutou vyztužená papírová mulčovací rohož. Používá se hlavně v drsných podmínkách, jako jsou strmé či větru exponované oblasti. Z hlediska konzistence se jedná o

pevnou rohož, která je odolná proti protrhnutí. Je ideální hlavně pro projekty krajinných úprav, jako jsou veřejné komunikace, erozí ohrožené oblasti (Ekocover 2021).

Mezi další výrobky této společnosti můžeme zařadit „EkoCover“ čtverce a kruhy. V tomto případě se jedná o kombinaci výroby krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé mulčovací rohože. Standardní rozměry vyráběných čtverců jsou 17x17 cm, 40 x 40 cm, 50x50 cm, popřípadě 65x65cm. U kruhů dosahujeme přibližných velikostí 40 a 60 cm. Tento druh mulčovací rohože je vhodný pro projekty krajinných úprav pro okrasné a produkční školky a na regeneraci lesů. Snadno se aplikují okolo nově vysázených či již vzrostlých rostlin. V některých případech může být tento druh mulčovací rohože obohacen i o hnojiv (Ekocover 2021).

Krátkodobá papírová mulčovací rohož je posledním komponentem, který společnost vyrábí a produkuje. Hlavní výhodou tohoto produktu je zaorávání do zeminy. Z tohoto hlediska není nutné jí z půdy odstraňovat. Dle novozélandského univerzitního výzkumu bylo dokázáno, že tento druh mulčovací rohože je z hlediska ochrany rostlin účinnější než například plastová folie. Tento druh mulčovacího materiálu můžeme také obohatit o hnojivo (Ekocover 2021).

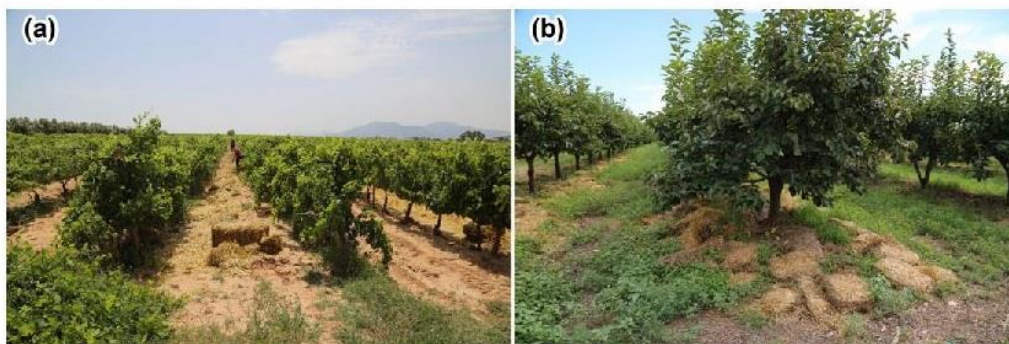
3.2 Přínosy mulčovacích materiálů

3.2.1 Vliv mulčovacích materiálů na erozi půdy

Samotný proces eroze půdy je považován za proces přírodní, který nelze zcela zastavit. Rozlišujeme erozi normální – geologickou a erozi zrychlenou. První z uvedených typů probíhá neustále, kdy dochází k přetváření reliéfu území. Opakem bývá zrychlená eroze, při které dochází ke smyvu půdních částic v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem (Novotný 2014).

Vodní eroze

Mulčovací materiály chrání půdu před výskytem vodní eroze a také umožňují snižovat utužení půdy, která může negativně ovlivnit růst a vývoj rostlin. Nejlepších výsledků je dosaženo při použití travního mulče, který snižuje erozi půdy agregací půdních částic, tj. vazbou těchto částic v komplexní jednotce. (Iqbal et al. 2020). Mulčování dále zvyšuje příjem a skladování vody, zvyšuje aktivitu některých druhů žížal a má pozitivní vliv na výnos plodin (Prosdocimi et al. 2016).



Obr.č.5 Mulčování slámou (Massimo et al. 2016).

Jedním z možných případů je využití ječmene jako živého mulčovacího materiálu. Tenká vrstva tohoto mulče o velikosti 1,5 cm snižuje erozi půdy o 86 %, Dále je možné využívat slámy, ale i jiných obilných zbytků. Kombinovaným využitím slámy a erozní sítě bylo zjištěno, že dochází k poklesu eroze o 95 % (Iqbal et al. 2020).

Mezi důležité ukazatele patří i množství aplikovaného mulče na půdu. Z hlediska měření odtokových koeficientů má nejlepší vlastnosti kukuřičný mulč, který je svým působením snižuje v porovnání se zbytky sóji nebo čiroku (Prosdociami et al. 2016).

Větrná eroze

Větrná eroze je považována za přírodní jev. Tímto procesem se působením mechanických sil větru uvolňují půdní částice. Částice se uvádí do pohybu, následně se přenáší na různé vzdálenosti, kde se při snížení rychlosti větru ukládají (Janeček et al. 2012). „Řízenou erozi větru lze definovat jako jakékoliv mulčovací ošetření, které odolává erozní síle 38 m/s větru měřené při 1,52 m“ (Ambrust 1977).

Mezi důležité faktory ovlivňující průběh větrné eroze je stav a povaha půdy, popřípadě i odpor půdních částic. Větrnou erozi jsou hlavně ohroženy lehké písčité půdy hlavně v oblastech jižní Moravy a v Polabí (Janeček et al. 2012).

V roce 1959 byl zahájen výzkum působení mulčovacího materiálu potřebného k regulaci vzdušné eroze. Hlavním zkoumaným mulčem byla z hlediska efektivity pšeničná sláma. Aby se tento materiál vlivem větru neroznesl po okolí, bylo nutné ho na pozemku ukotvit. Z dosažených výsledků bylo patrné, že toto ukotvení umožnilo vznik sazenic trávy, a proto platí, že nejlepším mulčovacím materiálem na kontrolu větrné eroze je pšeničná sláma (Ambrust 1977).

3.2.1.1 Protierozní opatření z pohledu mulčovacích materiálů

Ochrana půdy před erozí by měla být chápána jako komplexní přístup zemědělce k situaci na daném pozemku. Z finančního hlediska to vždy přináší nárůst nákladů. Cílem každého zemědělce je využití realizačně jednodušších a méně nákladných opatření (Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií sborník ze seminářů 2013).

Protierozní opatření lze aplikovat u trvalých či speciálních kultur, mezi které řadíme vinice, chmelnice, sady a zahrady (Novotný et al. 2014).

Agrotechnická opatření

Nejvíce podléhá erozi půda, která nemá vegetační pokryv. Agrotechnická protierozní opatření jsou založena na minimalizování časového úseku, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. K ochraně půdy můžeme využívat posklizňových zbytků plodin anebo biomasu mezplodin (Tabulka č. 1) (Janeček M et al. 2007).

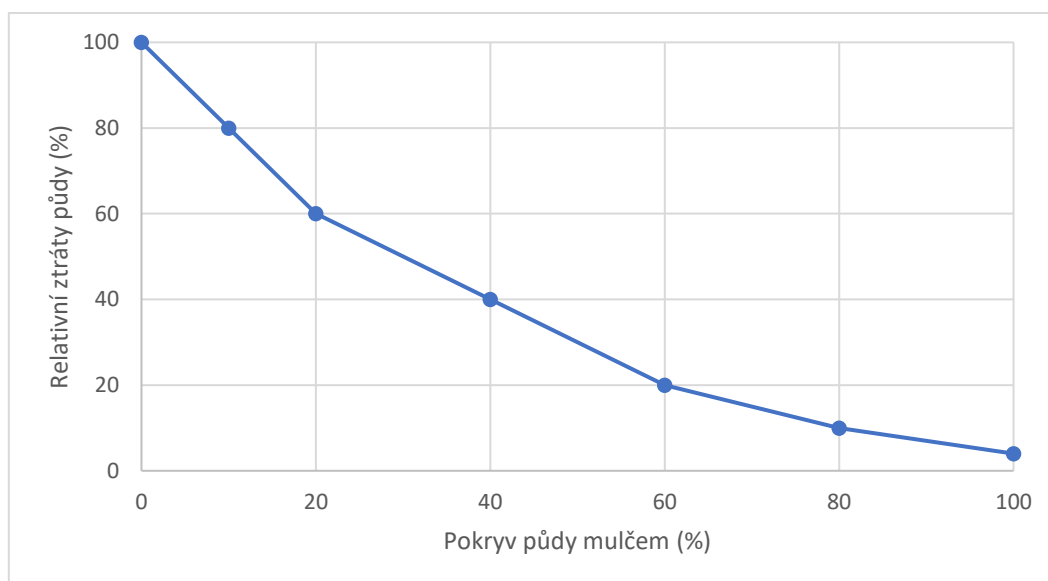
Tab.č.1 Agrotechnické faktory ovlivňující smyv půdy (Janeček M et al. 2007).

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Ztráty půdy v pěstebních obdobích (%)					
			1	2	3	4	5 a	5 b
Brambory	/	V přímých řádcích libovolného směru	65	80	65	30	70	
Obilniny	Po 1. roce po jetelovinách	OP	50	55	30	5	20	4
		ST	2	2	2	2	2	2
	Po obilninách	OP	65	70	45	8	25	4
		ST	25	25	20	8	25	4
	Po okopaninách a kukuřici	OP	70	75	50	8	25	4
		ST	70	70	45	8	25	4
Kukuřice	Sláma předplodiny sklizena	OP	70	90	70	35	70	40
		O K	O K	O K				
		ST	25-70	25-70	25-55	25	60	30
	Sláma předplodiny sklizena	OP	60	75	55	25	60	30
		O K	O K	O K				
		ST	4-30	4-25	4-20	5-20	25-40	15-30
	Do herbicidem umrtveného drnu	Víceletých pícnin	2	2	3	3	5	3
		Jílku jako ozimé meziplodiny	5	5	5	5	15	10

Pozn. pěstební období: O-po obilovině, K-po kukuřici, OP-setí do zorané půdy, ST-setí do strniště 1. období podmínky a hrubé brázdy; 2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení; 3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení; 4. období od konce 3. období sklizně; 5a sláma sklizena; 5b sláma ponechána (Janeček M et al. 2007).

Mezi agrotechnická protierozní opatření patří především tzv. Ochranné obdělávání (Conservation Tillage). Toto opatření obsahuje celou řadu technologických postupů. Vyznačuje se hlavně tím, že dochází k zachování alespoň 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy. Patří sem např. výsev do ochranné plodiny, výsev do strniště, výsev do hrubé brázdy, důlkování, hluboké kypření a mulčování (Hůla et al. 2003).

K poslednímu jmenovanému lze říct, že příznivě působí na snižování povrchového odtoku. Tato redukce se děje nejen svou vlastní intercepcí, ale především tím, že dochází k zachycení kinetické energie kapek, čímž se omezuje eroze půdních agregátů. Zároveň se vlivem takto rozrušených půdních částic zaplňují i nekapilární póry (Hůla et al. 2003).



Graf.č.1 Závislost relativní ztráty půdy na % pokryvu půdy mulčovacím materiálem (Hůla, J et al. 2003)

Při technologickém ochranném zpracování půdy není používán radliční pluh. Z tohoto důvodu zůstává ornice neobrácená, a proto je většina rostlinných zbytků na povrchu půdy či v povrchové vrstvě ornice (Hůla et al. 2003).

Ochrana exponovaných půd

Ošetření půdy po požáru je jedna z důležitých opatření, jak zajistit ochranu půdy před vznikem možné eroze. Mezi případné způsoby úpravy půdy prováděné společností BAER patří aplikace mulče. Aby byl daný materiál, co nejúčinnější měl by odpovídajícím způsobem chránit půdní povrch, aniž by bránil zakládání a rozvoji rostlin. Získaná experimentální data o optimálních rychlostech aplikovaného mulče v prostředí po požáru jsou omezená. Jejich míra dosahujeme 60-70% pokrývnosti mulče a je považována za nejúčinnější z hlediska omezení sedimentace a eroze půdy. Jedním z možných materiálů, které lze uplatnit na exponovaných půdách, je sláma. Pro po požární účely lze využít slámu z pšenice nebo z rýže (Jonas et al. 2019). Vlivem povětrnostních podmínek dochází k nerovnoměrnému rozložení tohoto mulče a tím se zároveň snižuje účinná ochrana půdy. Dále může být mulčovací sláma vektorem pro některé invazivní druhy nepůvodních rostlin, které mohou mít negativní účinky na post požární obnovu ekosystému (Jonas et al. 2019).

Mezi dalšími účinnými materiály lze nalézt i dřevní mulče, které nejsou tak náchylné na povětrnostní podmínky a na možný výskyt invazivních druhů rostlin. Jejich hlavním přínosem oproti slámovým mulčům je zlepšení vlivu působící na erozní činnosti (Jonas et al. 2019).

Protierozní technologie u širokořádkových plodin

U kukuřice a slunečnice je jedním z možných způsobů, jak zajistit protierozní ochranu její setí do vymrznuté meziplodiny („mrtvého mulče“). K tomuto účelu je vhodné použít hořčici bílou a svazunku vratičolistou. Během zimního období dochází k vymrzání těchto meziplodin. Kukuřice nebo slunečnice se zasévá v místech, které jsou pokryté tímto vymrznutým mulčem. U této technologie je nutné počítat i s pozdějším obdobím vhodným pro vstup na pozemek z důvodu vyšší vlhkosti půdy a nižší teploty. Tento stav může zapříčinit zpoždění ve vzcházení

rostlin. Nejvyšší protierozní ochrany dosáhneme využitím přímého setí pomocí secích strojů a následným ponecháním rostlinných zbytků na povrchu půdy. Jedná se o tzv. setí do „mrtvého mulče“. Tato technologie je vhodná pro půdy s dobrou strukturou, neutuženou a lehce zpracovatelnou. Při setí do mulče mohou rostlinné zbytky ponechané na povrchu půdy zanášet prostor mezi secími botkami. Je proto vhodné využívat stroje s kotoučovými botkami. Tento postup provádíme v době, kdy jsou přemrzlé rostlinné zbytky již odumřelé a meziplodiny dostatečně vysušené (Janeček et al. 2007).

Pro ochranu půdy přes zimní období můžeme využít ponechanou slámou. Tato metoda je vhodná po obilné předplodině, kdy slámový mulč zabraňuje vzniku jarní eroze. Důležitou podmínkou je rozprostření posklizňového materiálu po celém pozemku. Podle množství použité slámy se aplikuje kvalitní kejda a minerální dusík (Janeček et al. 2007).

Technologie pěstování cukrové řepy může být založená na využití mulče z vymrzajících meziplodin. Hořčice bílá a Svazenka vratičolistá vytváří během podzimu porost, který je schopen při včasném výsevu a dostatku vláhy potlačovat plevele a vázat zbytkový dusík z půdy. Dále je nutné splnit podmínku, aby k zasetí hořčice došlo do 20. srpna. Vznikem této vazby se omezí riziko vyplavení snadněji pohyblivých dusíkatých forem do podzemních vod. Během zimního období se tak vytvoří dostatečná zásoba biomasy, která má protierozní účinek na jaře a počátkem léta (Hůla et al. 2003).

U brambor dochází k výraznému poklesu plochy v případě pěstování na svažitéch a exponovaných pozemcích, kde hrozí vznik vodní eroze. Kromě výše uvedených metod lze u brambor použít i systém povrchového mulčování s cílenou aplikací rostlinného mulče na povrch hrůbku po výsadbě (Dvořák et al. 2013).

3.2.2 Vliv mulčovacích materiálů na teplotu a vlhkost půdy

Vlhkost

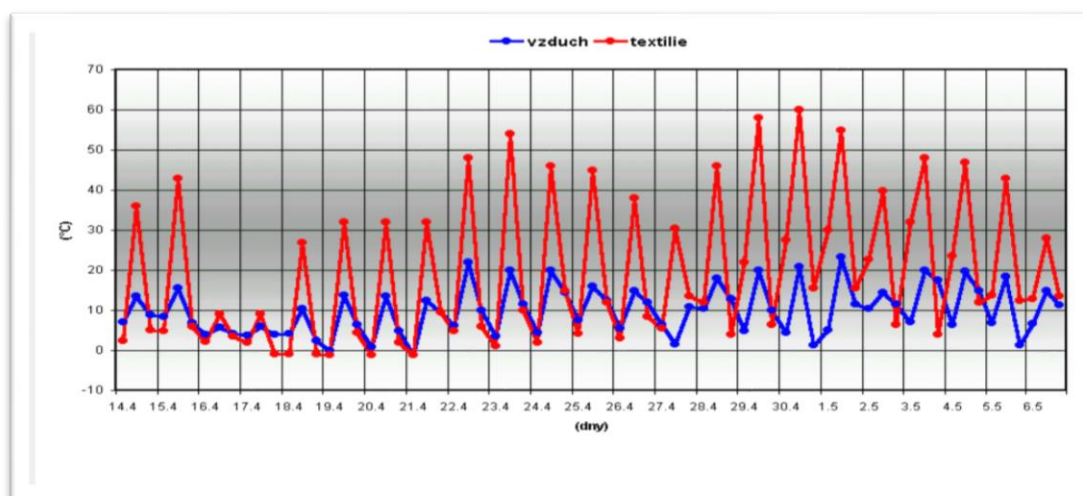
Příznivého výsledku je dosaženo u takových půd, které trpí nedostatkem vláhy během vegetačního období. Mulč aplikovaný na ornou půdu pomáhá udržovat a zvyšovat půdní vláhu. Zároveň ho můžeme využít pro nepřímou regulaci při výskytu obecné strupovitosti na hlízách brambor, která je zvýšenou vlhkostí půdy omezována (Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií sborník ze seminářů 2013).

V případě pěstování náročnějších plodin lze v oblastech s nedostatkem srážek kombinovat mulčovací technologii se závlahou. Samotná vlhkost půdy je závislá na druhu mulčovacího materiálu, na jeho množství a vlastnostech. Příkladem může být použití příliš silné vrstvy slámy (jako je vrstva nad 10 cm), kdy v chladném počasí může docházet ke snižování teploty půdy a následně k utlumení mikrobiální aktivity. Tímto procesem dochází k zhoršování výživného stavu rostlin dusíkem a k následnému zpomalování růstu (Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií sborník ze seminářů 2013).

Teplota

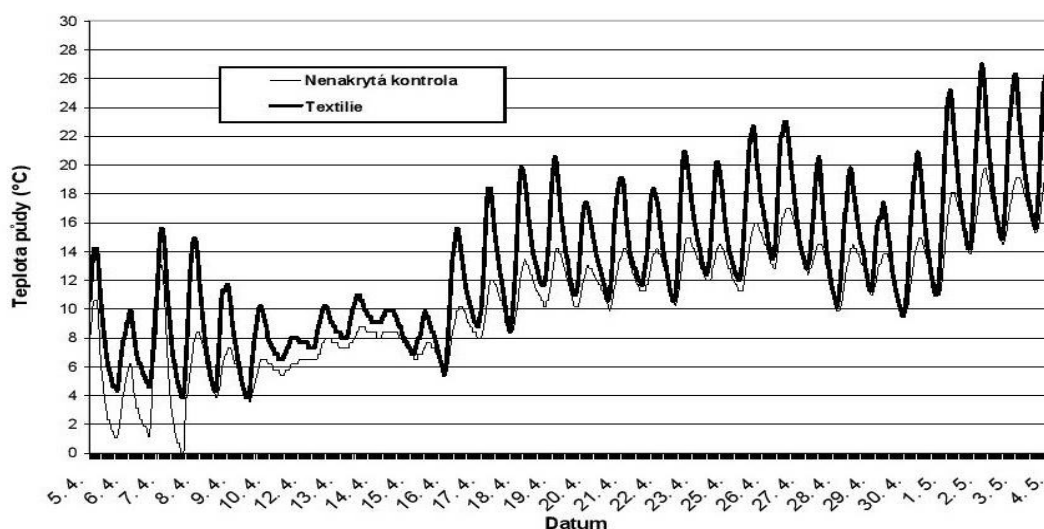
Teplota vzduchu a její amplituda při pěstování brambor byla na variantě: brambory – textilie vždy větší než zaznamenaná hodnota v přízemních vrstvách vzduchu bez textilie. Příčinu tohoto jevu vidíme v absorpčních a vyzařovacích vlastnostech nastýlaného materiálu. Počasí se zvýšenou mírou slunečního záření způsobuje zvyšování teploty a následné přehřívání vzduchu pod textilií

(Graf č. 2). Pro teplotu půdy platí, že teplotní amplituda je u varianty s textilií menší. (Kožnarová & Klábzuba 2005).



Graf.č.2 Teplota vzduchu v přízemní vrstvě („vzduch“) a pod netkanou textilií (Kožnarová & Klábzuba 2005).

V přesně provedeném pokusu na stanovišti Přerov nad Labem byl sledován vliv nakrývacích materiálů u brambor. Z výsledných hodnot měření bylo dokázáno, že teplota půdy pro rok 2003 je ovlivněna působením přízemních mrazíků. Tento pokles měl zásadní vliv na pěstování brambor bez textilie, kdy v hloubce 100 mm byla naměřena teplota půdy pod 0 °C (Graf č. 2). Tyto porosty vzcházely nepravidelně s velkou mezerovitostí (graf č. 3). Naproti tomu porosty pod ponechanou textilií vzešly s normálně zapojenými a vyrovnanými trsy. Ve dnech, kdy byl zaznamenán pokles teplot pod 0 °C byl dokázán pozitivní přínos ve využití zakrývací textilie. Z uvedeného grafu č. 3 je patrný nárůst teploty o cca 3 °C pod zakrývacím materiálem v období 6. 4. až 8.4. (Dvořák P & Hamouz 2006).



Graf. č. 3 Teplota půdy v hloubce 100 mm u porostů nechráněných a chráněných netkanou textilií (5. 4. - 4. 5.2003)

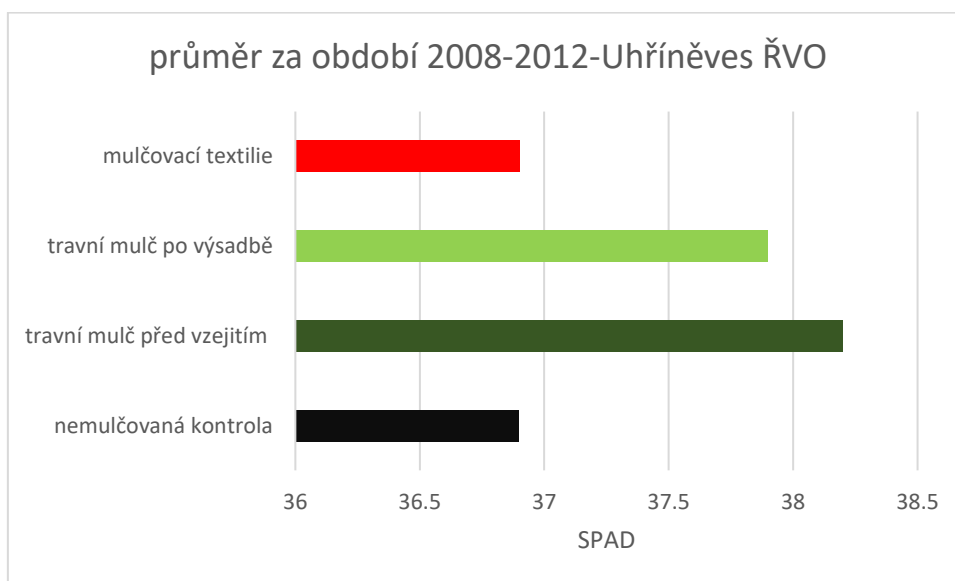


Obr. č. 4 Porost nechráněný (vlevo) a chráněný (vpravo) netkanou textilií po odstranění 17. 5. 2003; mezerovitost a nevyrovnanost u nechráněného porostu byla způsobena zmrznutím klíčků na hlízách ještě před vzejitím (Dvořák & Hamouz 2007).

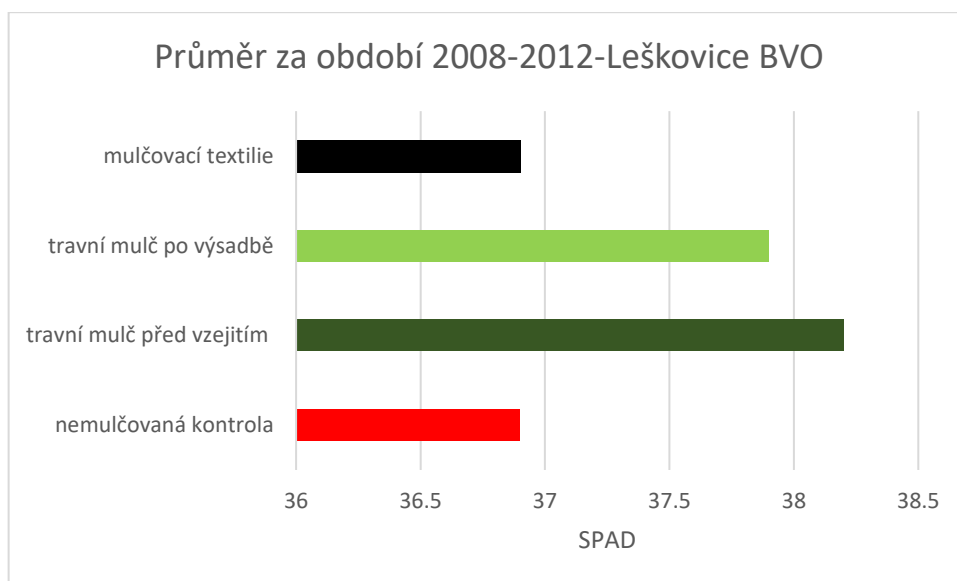
3.2.3 Obsah chlorofylu a výživný stav

Změna ve vlhkostech a teplotních podmínkách půdy ovlivnila do jisté míry přístupnost živin, ale i celkový výživný stav porostu, který lze vyjádřit obsahem chlorofylu (Dvořák P et al. 2013).

V současné době patří mezi nejpoužívanější nástroje pro měření relativního množství chlorofylu ruční chlorofylmetr SPAD 502 vyráběný v Japonsku. Stav naměřeného chlorofylu úzce koreluje s koncentrací dusíku v listech rostlin. (Gianquinto et al. 2004).



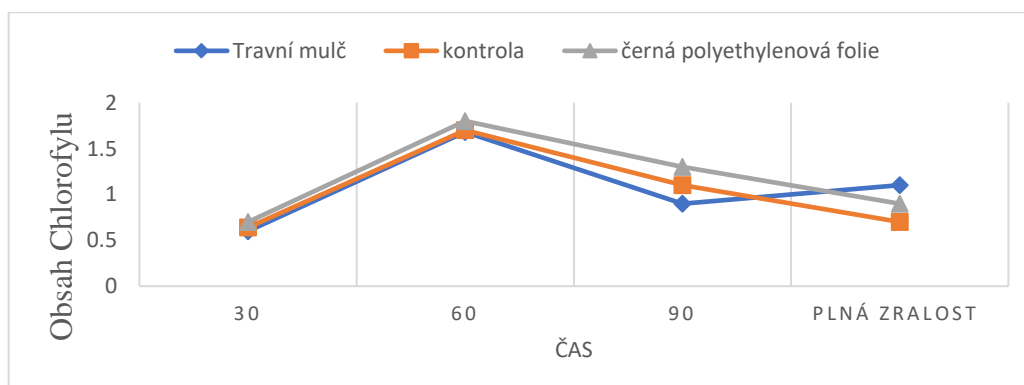
Graf.č.4 Obsah chlorofylu (v jednotkách SPAD) u jednotlivých variant mulčování na pozemku v Uhřetěvesi (Dvořák P et al. 2013).



Graf.č.5 Obsah chlorofylu (v jednotkách SPAD) u jednotlivých variant mulčování na pozemku v Leškovicích (Dvořák et al. 2013).

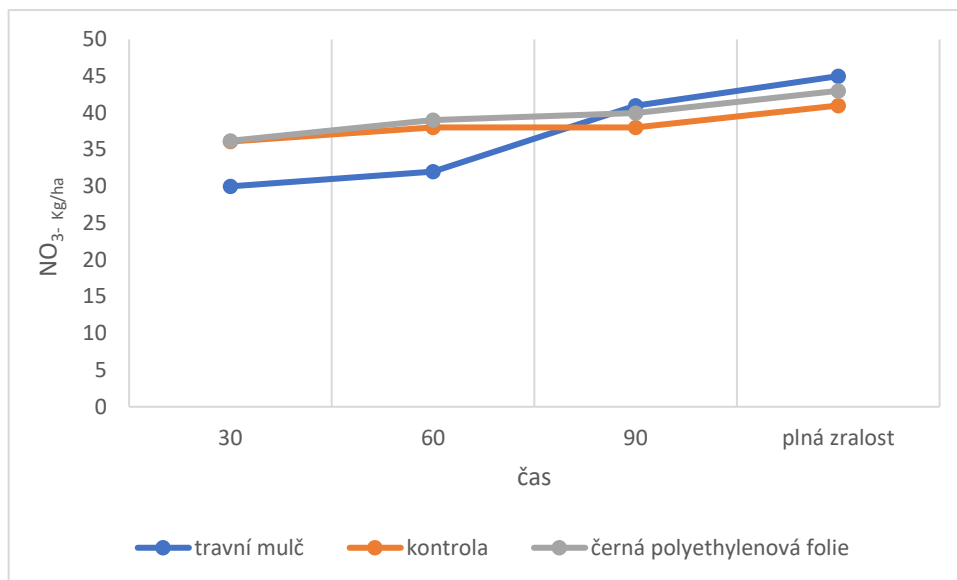
Ve Výsledném experimentu bylo dokázáno, že nejvyšší hodnotu chlorofylu měl travní mulč aplikovaný před vzejitím. V pokusech prováděných se slámovým mulčem a černou mulčovací textilií bylo dále zjištěno, že v listech brambor je velmi nízké zastoupení chlorofylu a tím i snížené množství půdního dusíku (Dvořák et al. 2013).

Polní pokusy prováděné v Národním výzkumném centru pro Podzemnici olejnou mezi léty 1992-1999, se zabývali zkoumáním výživného stavu rostlin a obsahem chlorofylu v listech (Ghosh et al. 2006).



Graf.č.6 Vliv různých mulčů na obsah chlorofylu v listech (Ghosh et al. 2006).

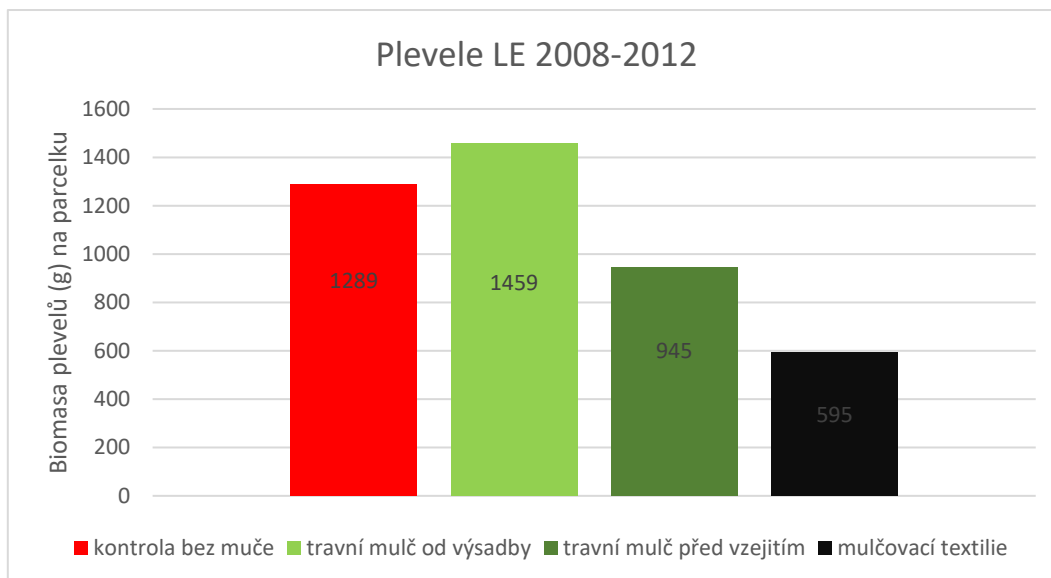
Vzájemným porovnáváním travního mulče a černé polyethylenové folie se zjistilo, že nejnižší obsah chlorofylu byl naměřen pod travním mulčem do 60. dne po výsadbě. Podobné hodnoty měření byly zjištěny i z hlediska výživného stavu rostlin vyjádřeného pomocí dusičnanových. Nejvyšší dostupnost NO_3^- iontu pod travním mulčem je naměřena v 90 dnu po výsadbě a v době plné zralosti, což je dobře patrné na grafu č 7. (Ghosh et al. 2006).



Graf.č.7 Vliv různých mulčů na množství NO_3^- v kg /ha (Ghosh et al. 2006).

3.2.4 Vliv mulčovacích materiálů na zaplevelení

Možným způsobem, jak regulovat výskyt plevelů, je využití mulčovací textilie a travního mulče aplikovaného před vzejitím porostu. U provedeného grafického zpracování je patrná nejednoznačnost přínosů ve využití travního mulče. Větší výskyt plevelů byl sledován při aplikaci mulče od výsadby. Působením četných srážek a vysoké vlhkosti docházelo k rychlejšímu rozkladu travní hmoty a tím i k snadnějšímu prorůstání plevelů. Opačné hodnoty měření byly zjištěny u variant, kde se mulč aplikoval později-po vzejití porostu (Graf č. 8). Vlivem vysokého výskytu Ptačince žabince a Pohanky svlačcovité měla mulčovací textilie na pozemku v Leškovicích menší regulační efekt (než na druhé lokalitě v Uhříněvsi). Tyto plevele vyrůstaly z otvorů pro trsy a pokrývaly mulčovací textilii (Dvořák et al. 2013).



Graf.č.8 Vliv mulče a termínů aplikace na biomasu plevelů (Dvořák P et al. 2013).

Podrobně je zhodnocen výskyt plevelů na pokusných parcelách v letech 2008 a 2009 při použití rostlinného mulče a mulčovací textilie. Nejnižší výskyt plevelů byl zaznamenán v roce 2009 u varianty s mulčovací textilií (Tab. č.2) (Dvořák et al. 2009).

Tab.č.2 Výskyt plevelů (hmotnost biomasy plevelů v g na parcelu před sklizní na pokusných parcelách v letech 2008 a 2009 v průměru odrůd

Pokusná varianta	2008	2009	Průměr let
K	477,5 ab	77,6 ab	277,6
MT	20,80 a	0,40 a	10,60
RM1	321,5 ab	152,9 b	237,2
RM2	320,0 ab	150,7 b	235,4

Z předešlé tabulky je dobře patrné, že v průměru mezi lety 2008 a 2009 byl zaznamenán nižší výskyt plevelů u mulčovací textilie (MT). Naopak u rostlinného mulče aplikovaného po výsadbě (RM1) je oproti MT hodnota čerstvé hmoty plevelů o 226,6 g vyšší. Po druhé proorávce (RM2) byla hodnota čerstvé hmoty plevelů o 224,8g vyšší než u MT (Dvořák et al 2009).

V případě kontrolní parcely (K) s mechanickou kultivací během vegetace byl zaznamenán trend nejvyššího výskytu plevelů (o 267,0 g, o 40,4 g a o 42,2 g vyšší v porovnání s MT, RM1 a RM2) (Dvořák et al 2009).

„Na výsledku zaplevelení se významnou měrou u všech pokusných variant podílelo pozdní zaplevelení po časném odumření natě, kde u kontrolní varianty (K) již nic nebránilo v růstu plevelů (u varianty s MT bránila růstu plevelů textilie, u varianty RM1 a RM2 suchá vrstva rostlinného mulče)“ (Dvořák et al 2009).

Pro regulaci plevelů se nejčastěji využívá černá propylenová textilie, avšak její využití je redukováno na pěstování víceletých plodin. V polních pokusech bylo provedeno testování různě barevných forem polypropylenových textilií a polyetylenových fólií. S dosažených

hodnot měření bylo patrné, že k největšímu snížení plevelů docházelo při použití hnědých, černých, modrých a dvoubarevných bíločerných fólií. Naopak bílé a zelené pokryvy měly minimální vliv na množství vzešlých plevelů (Dvořák et al. 2009).

3.2.5 Vliv mulčovacích materiálů na choroby a škůdce

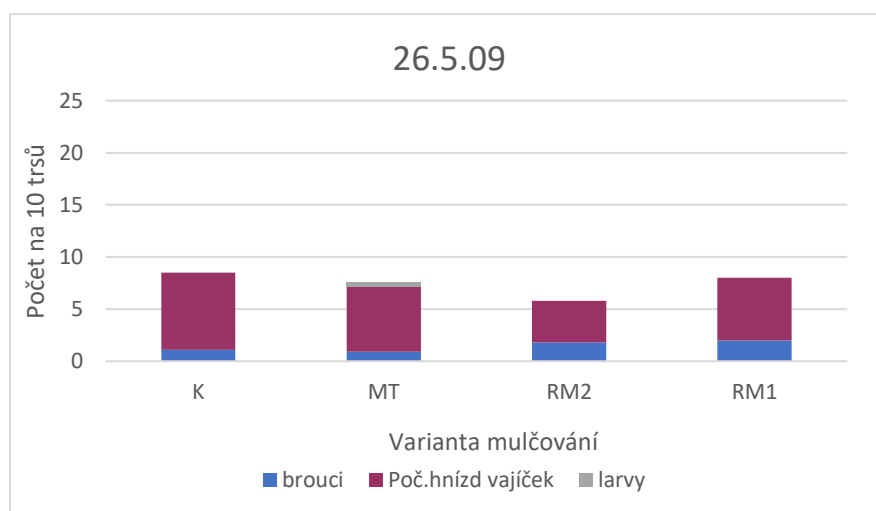
3.2.5.1 Mandelinka bramborová

V systémech ekologického zemědělství patří mandelinka bramborová k nejdůležitějším škůdcům brambor. Přímý sběr larev a dospělých brouků je možný pouze v případech drobných pěstitelů. Pokusy prováděné v letech 2008 a 2009 na pozemcích v Uhříněvsi monitorovaly nálet a výskyt brouků, intenzitu kladení vajíček a množství vylíhlých larev. Při porovnání hodnot nastýlaná mulčovací textilie a rostlinný mulč bylo dokázáno, že nejvyšší výskyt mandelinky bramborové byl zaznamenán na pozemku s aplikovanou mulčovací textilií. Pozorované výsledky byly zaznamenány do tab. č 3 (Dvořák et al. 2009).

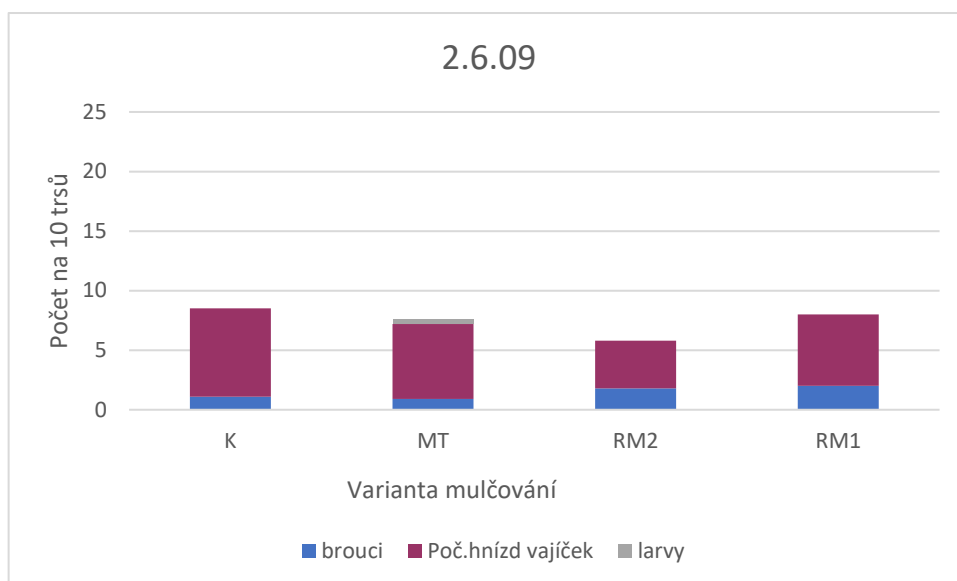
Tab.č.3 Průměrný výskyt brouků mandelinky bramborové, počty hnízd s vajíčky a larvami na 10 trsů za sledované období 26.5 až 30.6 2009 na jednotlivých pokusných variantách (Dvořák et al. 2009).

Pokusná varianta	Brouci	Hnízda	Larvy
K	1,6 a	7,3 a	26,9 ab
MT	2,9 ab	10,1 b	42,2 a
RM1	2,0 ab	4,6 c	13,5 b
RM2	2,1 ab	5,4 bc	13,3 b

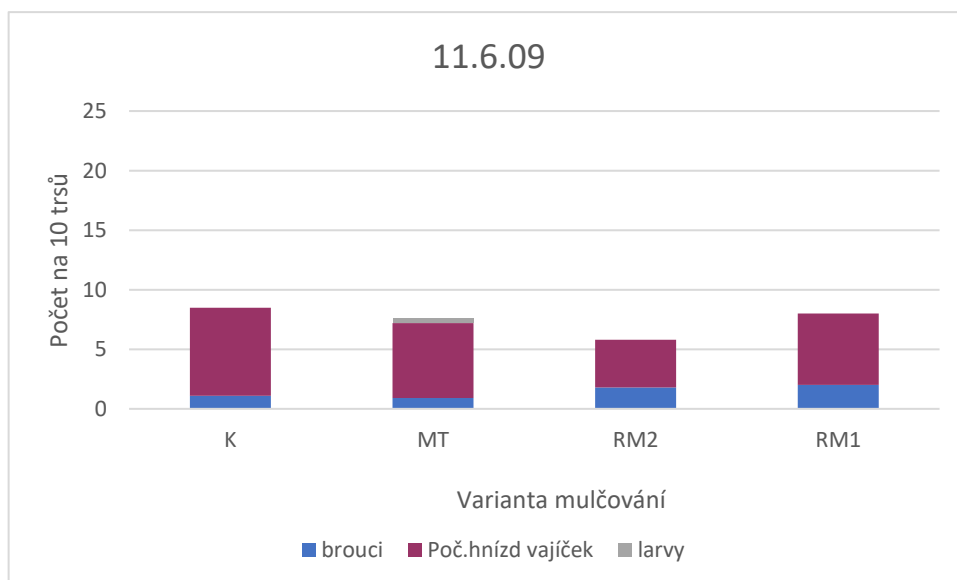
Po vylíhnutí larev z vajíček byla nať u parcel s mulčovací textilií zničená holožírém. Dynamika výskytu brouků a larev je znázorněna na následujících grafech (Dvořák et al. 2009).



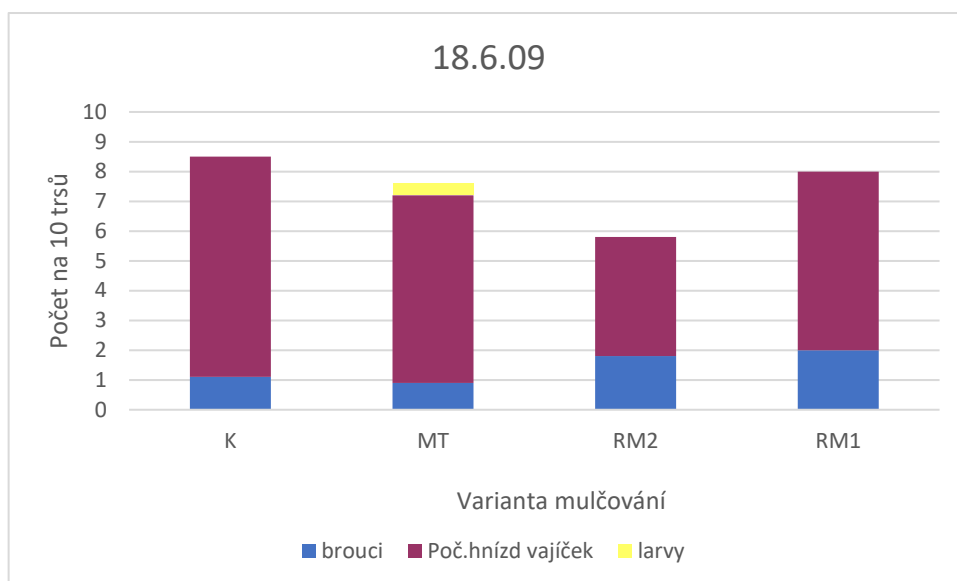
Graf.č.7 Výskyt brouků, počty hnízd s vajíčky a larvy při hodnocení porostů 26.5. 2009 (Dvořák et al. 2009).



Graf.č.8 Výskyt brouků, počty hnízd s vajíčky a larvy při hodnocení porostů 2.6. 2009(Dvořák et al. 2009).

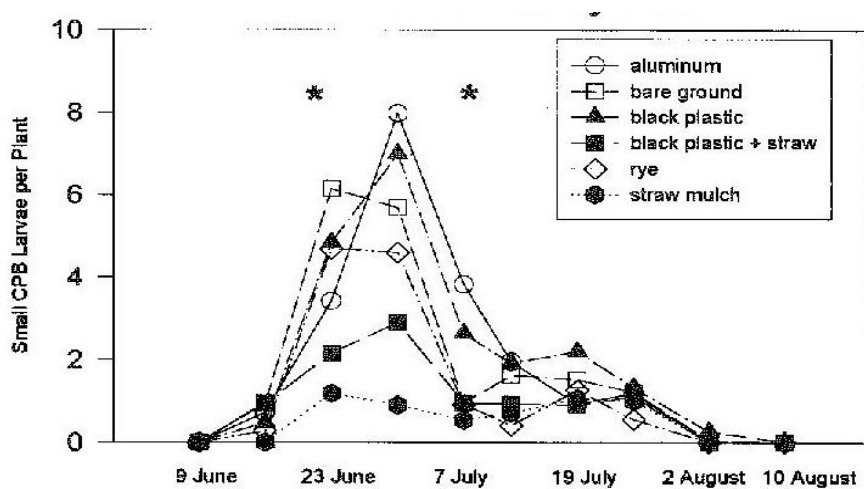


Graf.č.9 Výskyt brouků, počty hnízd s vajíčky a larvy při hodnocení porostů 11.6. 2009(Dvořák et al. 2009).



Graf.č.10 Výskyt brouků, počty hnízd s vajíčky a larvy při hodnocení porostů 18.6.2009 (Dvořák et al. 2009).

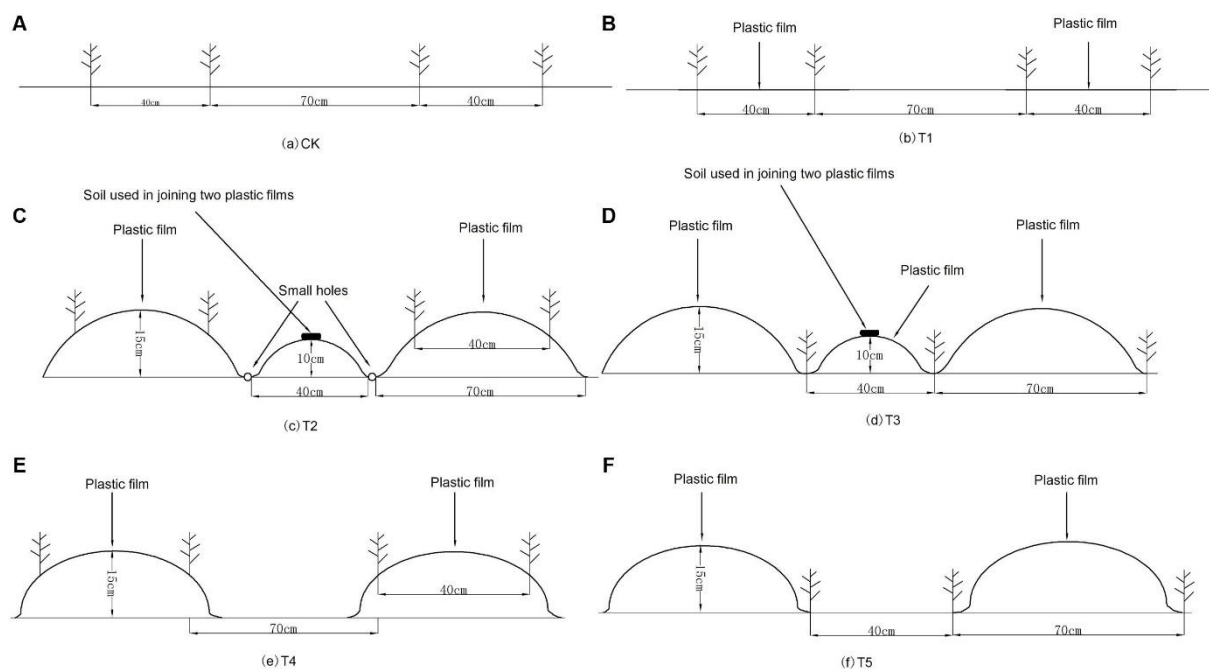
S dalším pokusem prováděným za účelem regulace larev se využíval jak přírodní mulč (samotný slámový mulč a živý žitný mulč), tak i mulč antropogenní (černý plastový mulč, černý plast natřený hliníkovou stříkací barvou a černý plast potažený slámovým mulčem). Nejlepších výsledků bylo dosaženo při použití mulčovací slámy a živého žitného mulče. Při použití těchto materiálů bylo dokázáno snížení hustoty zastoupených dospělých jedinců a larev první generace mandelinky bramborové. Účinky mulčování na výskyt dospělých přezimujících jedinců nepřinesly požadované výsledky, ale zajistily větší poškození larev ve čtvrtém instaru, což mělo příznivý efekt na nižší odlistění a vyšší výnos plodin. Z grafického znázornění za sledované období je dobře patrné, že vyšší výskyt mandelinky bramborové byl pozorován při použití plastových mulčů (Stoner 1997).



Graf.č.11 Množství larev zachycených na jednotlivých mulčovacích materiálech (Stoner 1997).

3.2.5.2 Vliv mulčování na výskyt a regulaci houbových chorob

Mezi nejznámějšími houbovými patogeny, které se mohou vyskytovat při pěstování brambor, patří Askomyceta, Zygomycota, Basidiomycota a Chytridomycota. Tyto patogeny lze snížit využitím správných mulčovacích postupů. Na experimentálním pozemku byla provedena následující ošetření znázorněná na obr. č. 4 (Qin et al. 2017).



Obr.č.4 Polní experimenty byly provedeny na kambisolech v letech 2013 a 2014 v severozápadní Číně (Qin et al. 2017).

V rané fázi růstu brambor (8 června) byla rozmanitost hub ve vzorcích mulčovaných půd T1, T2, T4 a T5 vyšší než u kontrolního vzorku (CK) a to o 16,4 %. V pozdější fázi růstu brambor (15. září) byl oproti kontrolnímu vzorku půd T3 v rané fázi a T5 pozdní fázi patrný větší nárůst hub u T1, T2, T3 a T4. Oproti kontrolnímu vzorku CK byl zaznamenán nižší nárůst hub u pokusné parcely T3 v rané fázi a T5 v pozdní fázi (Qin et al. 2017).

Phytophthora infestans

Jedním z patogenů způsobující výrazné ztráty brambor je *Phytophthora infestans*. Ta infikuje listy a hlízy, což má negativní vliv na ztrátu výnosu (Nyankanga et al. 2008).

Poškození natě a hlíz touto plísní bylo zjišťováno na pokusných stanovištích v bramborařské výrobní oblasti v Leškovicích. Pokusy, které se prováděly mezi lety 2008 až 2012, dokázaly vyšší napadení u nemulčované kontroly. Z tabulky č. 4. je patrné, že podobných výsledků bylo dosaženo při použití slámy a travního mulče, a proto nebyl prokázán přímý vliv těchto materiálů na výskyt plísně na nati. (Dvořák et al. 2013).

Tab.č.4 Výskyt plísně bramboru v jednotlivých letech u porostů s mulčem (bodové hodnocení 9 znamená bez napadení plísně) na stanovišti Leškovice (BVO) (Dvořák P et al. 2013).

	Plíseň na nati (9-1 bodů)					
	2009	2010	2011	2012	Průměr 2011-2012	Průměr 2009-2012
Kontrola bez mulče	6,6	5,2	7,0	6,7	6,9	6,38
Mulčovací textilie	6,7	5,3	7,0	7,0	7,0	6,50
Travní mulč od výsadby	7,5	5,5	6,6	6,3	6,5	6,48
Travní mulč od vzejití	7,3	5,7	6,7	6,2	6,5	6,48
Sláma jako mulč			7,0	6,4	6,7	

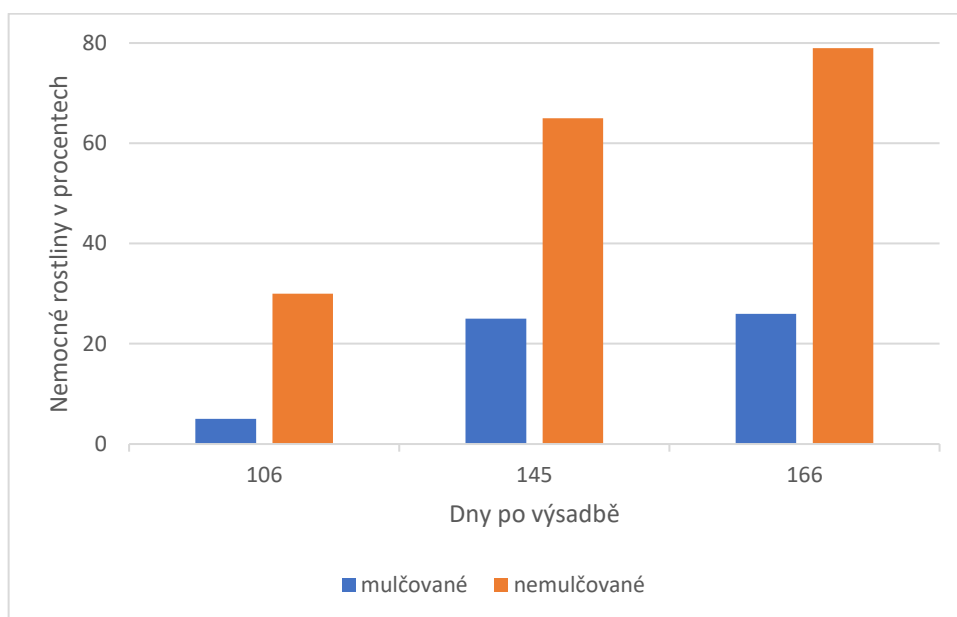
Nejvyšší výskyt plísně na hlízách byl evidován u variant vypěstovaných pod travním mulčem aplikovaným ihned po výsadbě. Z tabulky č. 5 je dále patrné, že k nejnižšímu napadení hlíz dochází při použití travního mulče aplikovaného před vzejitím. Mezi lety 2011 a 2012 byl sledován vliv slámy na výskyt plísní, i přes nízké hodnoty, které vyšly u tohoto mulče, nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly při využívání různých typů mulčů na výskyt plísně. (Dvořák et al. 2013).

Tab.č.5 Hmotnostní procento napadených hlíz plísní bramboru u jednotlivých variant mulčování na stanovišti Uhříněves (lokalita ŘVO) (Dvořák P et al. 2013).

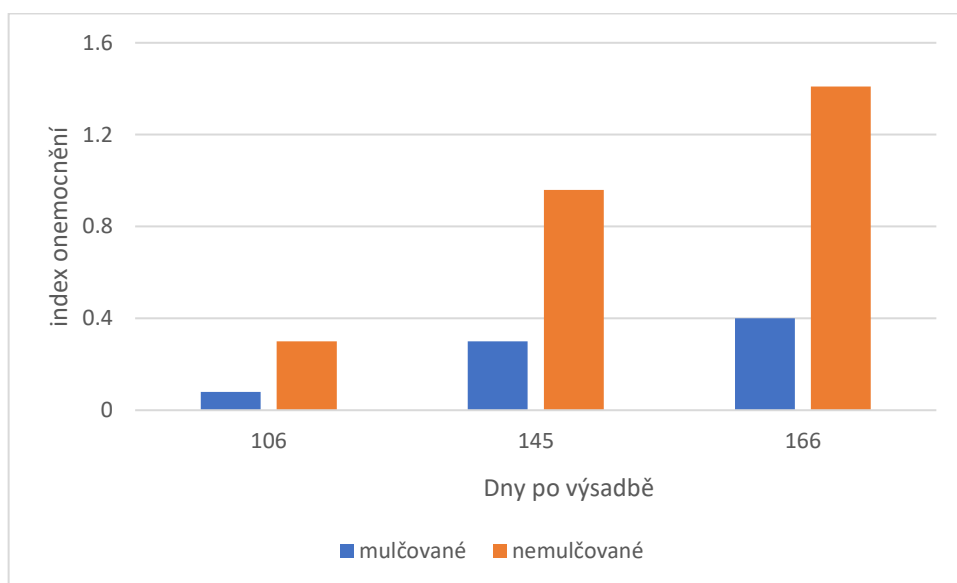
	% napadených hlíz						
	2008	2009	2010	2011	2012	2011-2012	Průměr let
Kontrola bez mulče	0	0	6,76	0,78	0,37	0,58	1,58
Mulčovací textilie	0	0,27	9,77	0,2	0,79	0,50	2,21
Travní mulč od výsadby	0,39	0	13,8	0,08	0,76	0,42	3,00
Travní mulč od vzejití	0,17	0,21	1,27	0,49	1,09	0,79	0,65
Sláma jako mulč				0,43	0,43	0,43	

Verticilium a Fusarium

Nejenom brambory, ale i další plodiny mohou být napadeny plísňovými chorobami. K nejčastějšímu napadení u lilků a rajčat dochází prostřednictvím *Verticilia dahliae* a *Fusaria oxyspora*. U provedených 3 experimentů byl zjišťován vliv mulčování na výskyt těchto chorob. K výraznému snížení mikroorganismů dochází u půd, kde se využívá polyetylenová ochrana. K tomuto snížení dochází v horních a v nižších vrstvách půdy. Na grafických zpracování jsou dobře patrná procenta napadených rostlin (graf č 12) a index onemocnění rostlin (graf č 13) u mulčované a neošetřené půdy (Katan et al. 1975).



Graf.č.12 Množství napadených rostlin houbovými chorobami vyjádřené v % na pozemcích s mulčem a bez mulče (Katan et al. 1975).



Graf.č.13 Množství napadených rostlin houbovými chorobami vyjádřené indexem onemocnění na pozemcích s mulčem a bez mulče (Katan et al. 1975).

3.2.5.3 Mšice a virové choroby brambor

Virus brambor (PVY), který je přenášen okřídlenými mšicemi, patří mezi hlavní problémy vegetativního množení u brambor. Nejlepší možností, jak snížit výskyt tohoto virového onemocnění, je aplikace slámového mulče. Pro většinu okřídlených mšic je důležitý vizuální kontrast mezi rostlinou a zemí. Díky tomuto vnímání dokážou přistát na rostlinách a

sáním je poškodit. Na eliminaci tohoto problému je vhodné využívat slámový mulč, který tento kontakt mezi rostlinou a půdou snižuje (Döring & Saucke 2003).

Tab.č.6 korelace s hodnocením mšic na žlutých miskách. (Döring & Saucke 2003).

Varianta/PVY %	2001	2002
Kontrola	18,0 a	73,2 a
Slámový mulč	11,9 b	54,69 b
Předklíčení	8,5 bc	50,0 b
Slámový mulč a předklíčení	6,1 c	40,8b

Procesem mulčování dochází k snížení výskytu bramborového viru, což je dobře patrné v roce 2001 (Tabulka č. 6). Množství napadených rostlin v tomto roce je o více než 30 % nižší. Naopak pro rok 2002 bylo množství zachycených mšic na pozemcích vyšší, ale i přesto se díky mulčování povedlo snížit množství bramborového viru o 22 %. (Döring & Saucke 2003).

3.2.6 Vliv mulčovacích materiálů na výnos a kvalitu hlíz

3.2.6.1 Výnos

„Vliv rostlinného mulče na výnos hlíz může být různý v závislosti na daných podmínkách prostředí. Někteří autoři uvádí v teplých a suchých oblastech zvýšení výnosu po aplikaci slaměného mulče“ (Dvořák P et al. 2013).

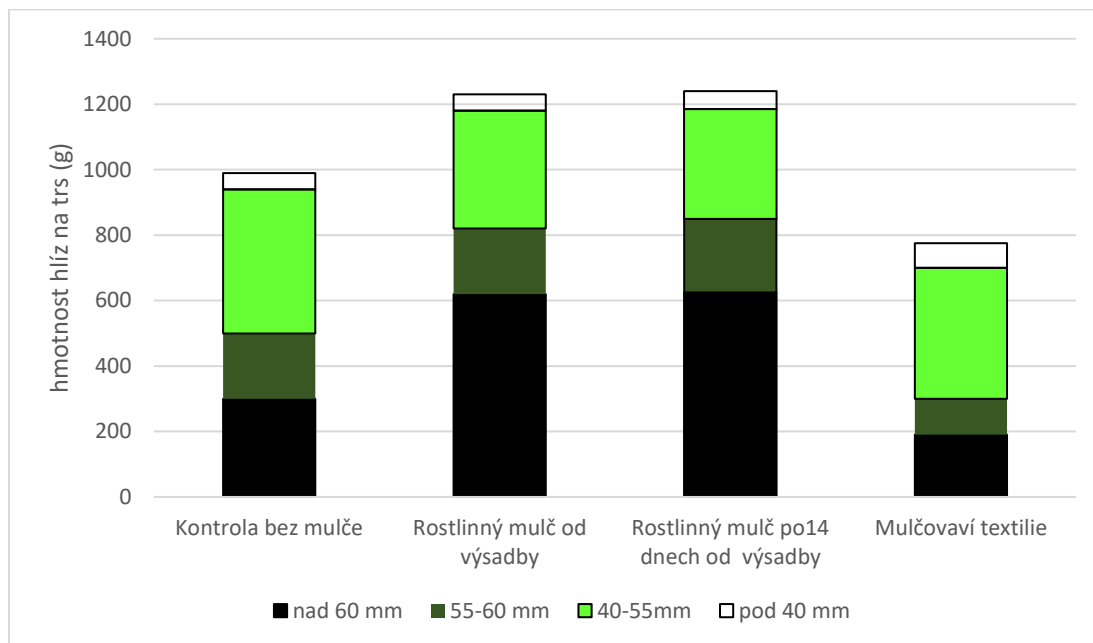
Naopak jiní autoři zjistili pokles výnosu brambor při aplikaci slámového mulče, což spojují se snižováním teploty v porostu pod požadované optimum a dále se snižováním obsahu půdního dusíku. Vyšší množství aplikovaného mulče zvýšilo vlhkost půdy a zároveň snížilo její teplotu (Dvořák P et al. 2013).

Na certifikovaném pozemku v Uhříněvsi byl v roce 2008 proveden pokus zkoumající výnosnost hlíz. Pro daný experiment byly použity dvě odrůdy brambor, a to raná odrůda Finka a raná odrůda Katka. Jednoleté výsledky prováděné na tomto pokusu prokázaly vliv aplikovaného travního mulče na výnosnost konzumních hlíz brambor. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v případě použití travního mulče po výsadbě. Takto získané hlízy z pokusných parcel byly rozděleny do 4 velikostních frakcí (pod 40, 40-54, 55-60 a nad 60 mm) a výsledek je patrný z tabulky č. 7 (Dvořák et al. 2013).

Tab.č.7 Velikostní zastoupení jednotlivých frakcí hlíz pod trsem v roce 2008 (Dvořák et al. 2013).

Varianty	Velikost frakce hlíz pod trsem							
	Pod 40 mm		40-54 mm		55-60 mm		nad 60 mm	
	Hmotnost (g)	Počet hlíz	Hmotnost (g)	Počet hlíz	Hmotnost (g)	Počet hlíz	Hmotnost (g)	Počet hlíz
Nemulčovaná kontrola	164,0	7,7	580,8	6,9	124,7	0,8	89,0	0,4
Travní mulč po výsadbě	195,2	8,8	682,0	7,5	214,2	1,5	223,9	1,2
Travní mulč po druhém plečkování	124,1	5,0	624,0	7,5	183,6	1,3	129,4	0,6

Poněkud nižších výnosů bylo dosaženo při použití mulčovací textilie. Tento pokles je dobře patrný na grafu č. 14 v roce 2009, kdy vlivem intenzivního žíru larev docházelo k častějšímu ničení natí, a proto byl růst na těchto parcelách předčasně ukončen (Dvořák et al. 2013).



Graf.č.14 Hmotnost jednotlivých frakcí hlíz v roce 2009 (Dvořák et al. 2013).

3.2.6.2 Kvalita vypěstovaných hlíz

Pěstitelské podmínky, ale i rozdílné metody při zakládání pokusů mají vliv na výslednou kvalitu hlíz. Kvalitativní změny mohou být způsobeny několika veličinami jako jsou

1. Vyšší atak škůdců a chorob
2. Vyšší teplota při použití černé mulčovací textilie
3. Vyšší vlhkost půdy

Z pokusných parcel pro rok 2008 byl zjištěn příznivý trend v kvalitě vypěstovaných hlíz. Tohoto efektu bylo dosaženo hlavně při využití mulčovací textilie, kdy se hodnotily následující kvalitativní parametry – vyšší obsah vitamínu C, chlorogenové kyseliny a nižší obsah glykoalkaloidů (Tabulka č. 10). (Dvořák et al. 2009).

Tab.č.8 Vybrané kvalitativní parametry při použití mulčovací textilie (MT) a rostlinného mulče (RM1 od výsadby, RM2 po vzejití)

Pokusná varianta	Vit.C (mg/kg)	Chlorogenová kyselina (mg/kg)	Glykoalkaloidy (mg/kg)
K	103,2	117,9	93,3
MT	116,9	161,7	85,1
RM1	112,0	138,2	87,5
RM2	104,9	154,7	116,2

Podobných hodnot při měření kvalitativních ukazatelů hlíz bylo dosaženo i při použití rostlinného mulče po výsadbě (RM1). Z tabulky je dále patrné, že aplikace mulče nezhoršovala výslednou jakost hlíz z pohledu výše zmíněných parametrů, ale naopak došlo k prokázání pozitivního vlivu na výslednou kvalitu hlíz (Dvořák et al. 2009).

3.3 Aplikace organických mulčů u brambor

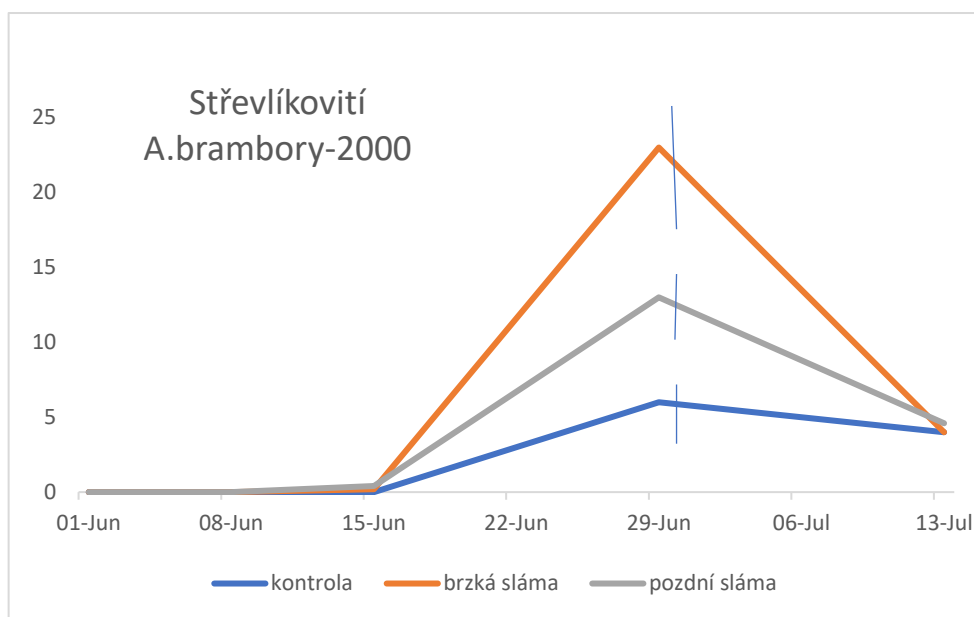
Po založení porostů až do doby, kdy aplikujeme rostlinný mulč, je možné provádět běžné ošetření porostů (např. ochranu sadby proti plevelům mechanickou kultivací či preemergentním herbicidním ošetřením). Přímo před aplikací mulče je nutné provést nahrnutí a vytvarování hrůbků, které zlepšují zadržování vody. Při jejich tvorbě se využívají hlavně rotační plečky s formovači hrůbku. Na takto připravenou půdu pokládáme rostlinný mulč či volně loženou slámu. Mezi nejjednodušší postupy, jak aplikovat rostlinný mulč na půdu patří využití rozmetadel s horizontální rozmetací hřídelí či hřídelemi. Naproti tomu u slámy, kterou získáváme z balíků, je možné využít rozdružovače balíků. Celková dávka aplikovaného materiálu by měla zajistit 100% pokrytí hrůbku. V případě čerstvého materiálu by neměla vrstva použitého mulče přesáhnout hodnotu 2,5-3 cm jinak by mohlo hrozit riziko „spečení brambor“, což nepříznivě působí na vzcházení brambor. Slámu lze v některých případech navrstvit až do výšky 5 cm. Tato hodnota se využívá při aplikaci suché slámy, kdy vlivem povětrnostních podmínek dochází k jejímu sfoukání z hrůbku. Pokud využíváme slámu mírně zetlelou (např. ze zbytků stohu, balíků, která byla použita na zakrytí siláží) je vhodné jí navrstvit do maximální výšky 3 cm. Toto pravidlo platí i v případě řezané slámy. V období souvislých srážek dochází k zrychlenému rozkladu rostlinného materiálu, a proto v některých případech je nutné mulčovací materiál doplnit (Dvořák et al. 2013).

3.3.1 Odstranění organického mulče před sklizní

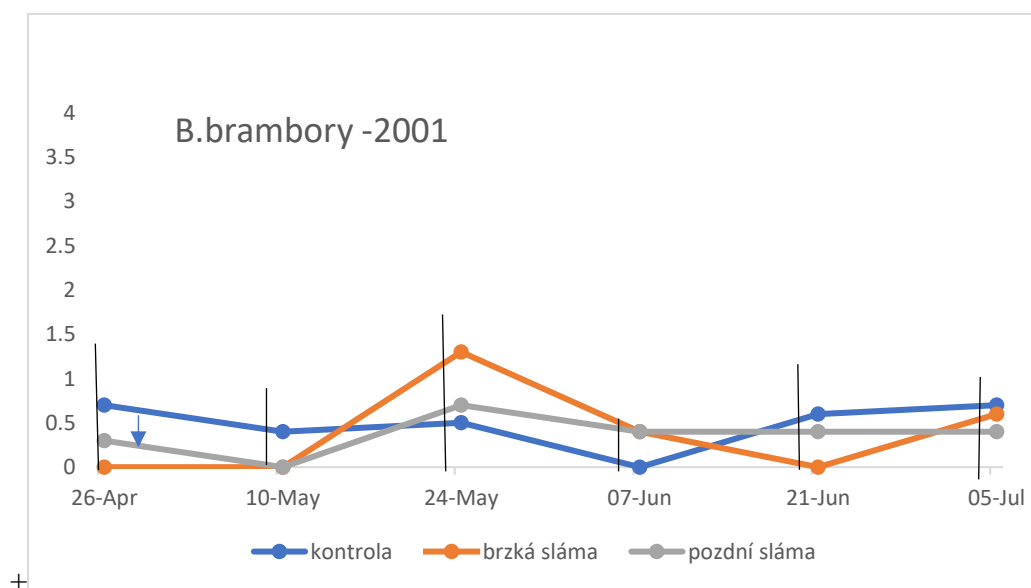
Odstranění organického mulče není až takový problém, protože v době sklizně je veškerý použitý mulč již rozložen a nebrání tak sklizni. V případě časně sklizně je vhodné nejprve nať rozdrtit neboli jí „zcepákovat“. Tímto krokem dojde k částečnému rozrušení případného rostlinného mulče a plevelu a tím se usnadní i sklizeň. (Dvořák et al. 2013).

3.3.2 Přínosy organického mulčování u brambor

Aplikace slámového mulče příznivě ovlivňuje výskyt tzv. generalistických predátorů. V porovnání s pozemky bez mulčů se zvyšuje množství nově vzniklých populací např. pavouků a berušek. Tento fakt je hlavně způsoben vyšší vlhkostí vzduchu a stabilnější teplotou na pozemcích pokrytých mulčem. Zatím největší výskyt těchto živočichů byl zaznamenán u brambor v roce 2000. Nočním pozorováním mulčovaných pozemků byla zjištěna i přítomnost jiných živočichů jako jsou střevlíkovití a cvrčci. Množství střevlíkovitých na mulčovaných pozemcích je vyjádřen následujícím grafickým zpracováním pro rok 2000 a 2001. (Johnson et al. 2004).

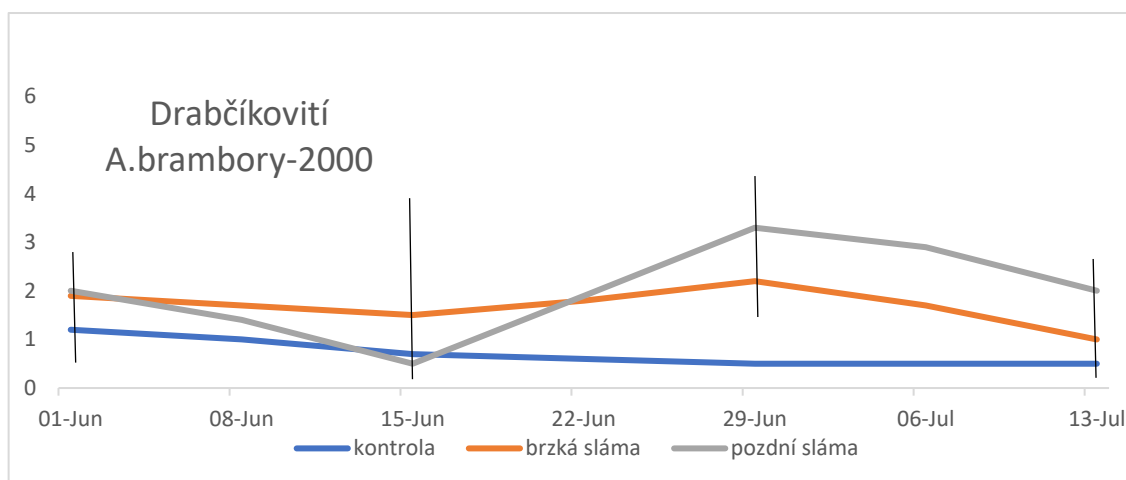


Graf.č.15 Střevlíkovití zachycení u různých druhů mulčovaného ošetření v roce 2000 (Johson et al. 2004).

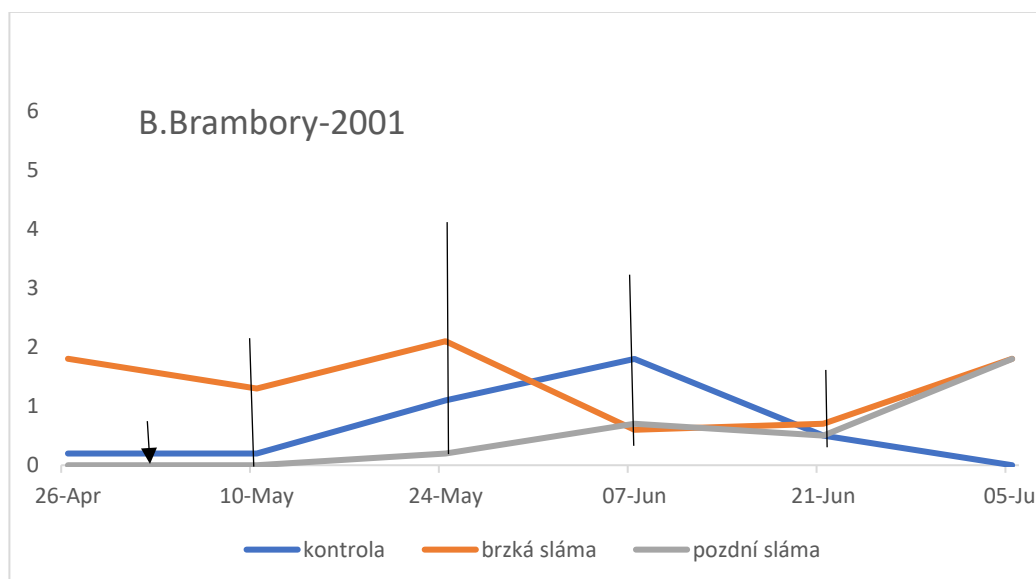


Graf.č.16 Střevlíkovití zachycení u různých druhů mulčovaného ošetření v roce 2001 (Johson et al. 2004).

Další živočichové, kteří byli pozorováni na mulčovaných půdách, jsou zástupci čeledě Drabčikovitých. Množství těchto živočichů zachycených na mulčovaných parcelách byl v porovnání s čeledí střevlíkovitých pro rok 2000 nižší. Naopak v roce 2001 počet Drabčikovitých převyšoval množství zachycených Střevlíkovitých na pozemcích, jak je to znázorněno v následujícím grafickém vyobrazení (Johnson et al. 2004).



Graf.č.17 Drabčikovití zachycení u různých druhů mulčovaného ošetření pro rok 2000 (Johson et al. 2004).

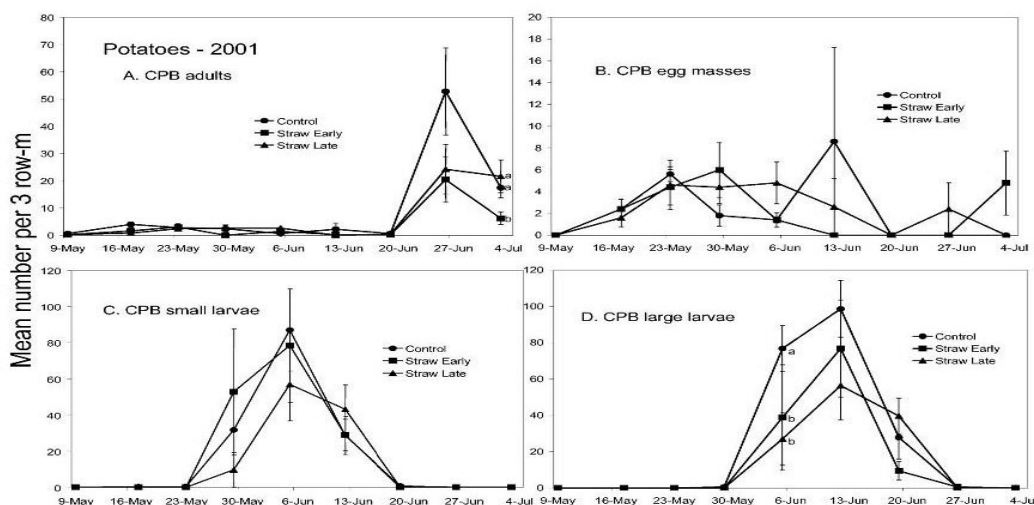


Graf.č.18 Drabčikovití zachycení u různých druhů mulčovaného ošetření pro rok 2001 (Johson et al. 2004).

Mezi lety 2011-2013 byl pozorován vliv Drabčikovitých i na pozemcích v Maďarsku. Výzkum byl prováděn v hornatých zalesněných oblastech s hnědou půdou. Z horní části pozemku bylo odebráno 12 vzorků vždy s 8 cm vrstvou ornice. Množství zachycených brouků bylo pozorováno na dvou odlišných typech organického mulče, a to na slámovém mulči a na podestýlce a také na kontrolním vzorku. Bylo zjištěno, že po aplikaci organických mulčů dochází k výraznému navýšení početních stavů dřepčikovitých. Množství brouků, kteří se zachytili během tohoto experimentu v případě využití listové podestýlky, byly o 439 jedinců vyšší, než tomu bylo u kontrolní varianty. V případě využití slámového mulče je tato hodnota ještě vyšší a rozdíl byl 641 jedinců mezi kontrolním vzorkem a slámovým mulčem (Dudás et al. 2016).

Jak již bylo řečeno, k poklesu larev mandelinky bramborové dochází vlivem působení slámového mulče, který zvyšuje vlhkost vzduchu a stabilizuje teplotu. Tím dochází

k masivnímu rozvoji již zmiňovaných predátorů, kteří likvidují tohoto škůdce. Na grafickém znázornění je pozorován vliv slámového mulče při různých druzích ošetření. (Johnson et al. 2004).



Obr.č.5 Grafické znázornění výskytu mandelinky bramborové na sledovaném pozemku u různých druhů mulče (Johnson et al. 2004).

3.4 Srovnání negativ a pozitiv mulčovacích materiálů

Tab.č.9 Výhody a nevýhody mulčování (Manzano et al.2019)

Výhody	Nevýhody
Zlepšování živin	Náklady na pomalejší zrání
Potlačování plevelů	Zpomalování zahřívání půdy sluncem
Zadržování vody v půdě	Chladnější teploty nad a pod mulčem
Podpora přirozené mikrobiální aktivity	Opětovný růst mulčovací plodiny
Snížená eroze půdy	Zakrývání škůdců (např slimáků)
Zvyšování půdní kvality	Odvoz a likvidace v případě plastových mulčů
Zvýšená dostupnost dusíku	Vysoké výrobní náklady v případě plastových mulčů
Snížené vyplavování hnojiva	Specializovaný management
Dřívější a vyšší celkové výnosy	Speciální vybavení

3.4.1 Škodlivé účinky organického mulče

V některých případech má mulčování negativní účinky na kořenové systémy stromů a rostlin. Aplikací daného materiálu neexistuje povědomí o spodní povrchové vlhkosti, což do jisté míry ovlivňuje neznalost vhodné saturace půdy. Tento problém může vést až k výskytu chorob u kořenových částí rostlin. Mulč v některých případech brání pronikání vlhkosti do spodních vrstev půdy. To se projevuje hlavně na polích se zavlažovacím systémem, kdy tato vlhkost nemusí dostatečná. Tento fakt je zásadní hlavně při použití texturově jemných mulčů (Downer 2009).

Další škodlivá vlastnost mulče se může projevit v oblastech, kde je velmi teplé a suché klima. V tomto případě se jedná hlavně o izolační vlastnost mulče, kdy vlivem nočního záření dochází k ochlazení plodin, což má za následek vystavení rostlin mrazu během zimních měsíců. Pro rostliny je také nebezpečná i příliš vysoká teplota půdy. To je dobře patrné při použití barevných druhů mulčů. Jedná se hlavně o tmavé barvy (Downer 2009).

3.4.2 Degradace podél okrajů

V případě využití papírových mulčů je zjevnou nevýhodou kontakt s půdou, kdy dochází k rychlé degradaci podél okrajů. Tento rychlý rozklad byl prokázán v pokusech prováděných na Floridě s různými druhy papírového mulče viz následující tabulka č.10 (Shogren & Hochmunth 2004).

Tab.č.10 Trvanlivost a účinnost papírových mulčů pro kontrolu plevelu na různých plodinách

Odkaz	Druh papírového mulče	Trvanlivost	Regulace plevelu
Anzalone et al. 2010	Kraftový papír 200 g m ⁻² , 185 μm	Některá poškození způsobená větrem	účinné
Harrington & Bedford 2004	Skartovaný papír vlepený mezi dva listy hnědého papíru	Vytlačena větrem na exponovaných místech	efektivní
Martin-Closas et al. 2008	Kraftový papír 90 g/m ²	degradace pohřbených okrajů na konci období osevního pole	efektivní
Monks et al. 1997	skartované noviny, hloubka 2,5 cm	Nenahlášeno	chudá
	skartované noviny, hloubka 12,7 cm	Nenahlášeno	efektivní
Runham et al. 1998	Pocházející z recyklovaných vláken	Poškozená větrem	Mírná
Ueno et al. 1999	Mulčovací papír pro přímé setí	Trvání 40-50 dní	Mírná
Shogren & Hochmunth 2004	40 (lb) hmotnostní hnědý kraftový papír s přídavkem lněného oleje +Co (oktoát kobaltu) + saze	Lepší než se sójovým olejem	Efektivní

Celkově je rozložitelnost papírového mulče závislá na několika aspektech jako je jakost daného materiálu, kvalita půdy a vliv povětrnostních podmínek. Na možné zpomalení degradačního procesu je vhodné využít olejový potah. Takto upravený papír má kromě výhod i své nevýhody. Hlavním problémem takto připraveného mulče je pomalejší manipulace a samotná pokládka na pole (Shogren & Hochmunth 2004).

3.5 Závěr

Přínosy mulčování

Z výsledků mé práce je patrné, že mulčování má řadu výhod při pěstování širokořádkových plodin. Již samotnou aplikací mulče na pozemek lze zlepšit přístupnost jednotlivých živin, potlačit zrod plevelů, snížit výskyt případné eroze půdy a zvýšit tak její kvalitu. Dále mulčování zadržuje vodu v půdě, což je vhodné v místech s nedostatkem srážek. Pro pěstované brambory jsou nejlepším materiálem přírodní mulče (sláma a přírodní mulč). Tyto materiály se snadněji v přírodě rozkládají, než je tomu u anorganických mulčů. Množství aplikovaného slámového mulče snižuje výskyt brouků, larev, vajíček a hnízd mandelinky bramborové. Dalším přínosem organických druhů mulčů patří zlepšení výživného stavu rostlin při použití rostlinných mulčů před a po výsadbě. Z hlediska větrné eroze je nejlepším materiálem pšeničná sláma

Z anorganických materiálů měl nejlepší úspěch Agrotex. Tato ekotextilie zabraňuje prorůstání plevelných rostlin půdou a také lépe zadržuje vodu. Díky tomu dochází k snížení možného výskytu půdního škraloupu.

Velkým přínosem v zemědělství je i využití barevných mulčů, které mají schopnost dobré absorpce světla o různých vlnových délkách. Nejvhodnějším materiálem používaným je černý plastový mulč. Hlavním důvodem ve využití tohoto materiálu je nízká kupní cena a také to, že dokáže pohlcovat krátkovlnné záření.

Mezi další úspěšně využívané materiály patří netkaná textilie. Jejím hlavním přínosem je ochrana půdy před podzimními předčasnými mrazíky, kdy při snížení teploty vzduchu pod teplotu rosného bodu bude docházet k tvorbě tzv. iglů-zmrzlý ledový krunýř.

Nevýhody mulčování

Vrstva aplikovaného mulče brání v prostupu světla, což má za následek nedostatečné prohřátí půdy. V některých případech může mulčování mít škodlivé účinky na kořenové systémy rostlin. Při pokládce tohoto materiálu neexistuje informace o vhodném nasycení půdy. Důležitá je i tloušťka mulčovacího materiálu. Příliš silná vrstva brání pronikání vody do spodních vrstev půdy. To může způsobit poškození kořenových systémů rostlin. U brambor může hrozit jejich „spečení“, proto by vrstva slámového mulče neměla překročit 2,5-3 cm. V oblastech s velmi teplým a suchým klimatem se může projevit další škodlivá vlastnost mulčovacího materiálu. Jedná se o jeho izolační vlastnost. Během zimních měsíců vlivem nedostatečného slunečního záření v nočních hodinách dochází k ochlazení a vymrznutí rostlin. V opačném případě vadí rostlinám i příliš vysoká teplota, proto není vhodné využívat černé mulče z důvodu zvyšování pohlceného světla. Naopak bílá barva u mulčů na rozdíl od černé barvy má specifické využití chrání plodiny před zvyšující se teplotou.

3.6 Literatura

- Acosta-Martínez, V., Reicher, Z., Bischoff, M. *et al.* 1999 The role of tree leaf mulch and nitrogen fertilizer on turfgrass soil quality. *Biol Fertil Soils* 29, 55–61 <https://doi.org/10.1007/s003740050524>
- Ambrust D. V. 1977 A Review of Mulches to Control Wind Erosion [online]. Dostupné z: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=35672> American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph
- Coolong, Timothy. 2012 Mulches for Weed Management in Vegetable Production. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/weed-control/mulches-for-weed-management-in-vegetable-production> Department of Horticulture, University of Kentucky, USA
- Dvořák P, Hamouz K. 2006 Mikroklima pod netkanou textilií perforovanou folií a jeho vliv na výnos raných brambor
- Dostupné <https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2006/articles/fyto/dvorak.pdf>
- Dvořák P, Tomášek J, Hamouz K, Micak L. 2013 Začlenění systému povrchového mulčování do technologie pěstování brambor: certifikovaná metodika. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze
- Dvořák P, Hamouz K, Hajsová J, Schulzová V, Tomášek J, Kuchtová P 2009 pages 151-158 Mulč v pěstitelské technologii ekologicky pěstovaných brambor. *Úroda: časopis pro rostlinnou produkci*
- Dvořák P, Hamouz K, Kuchtová P, Tomášek J 2013 pages Vliv povrchového mulčování na velikost a výnos brambor v ekologickém zemědělství 12 pages 315-318 *Úroda: časopis pro rostlinnou produkci*,
- Downer, J. (2009). Mulčovací účinky na stromy. *Západní arborista*, 35, 30-34.
- Döring T. F, Helmunt. S. 2003 pages 545-546 Strohmulch und Vorkeimen zur Minderung des Virusrisikos in ökologisch produzierten Pflanzkartoffeln In: Freyer, Bernhard (Ed.) *Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*
- Döring, T. F, Brandt. M, Jürgen H, Finckh M. R, Helmunt. S 2005. 94 pages 238-249 Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research*
- Dudás.P, Csongor .G, László.M, Gérgely.A a Ferenc. T. 2016 pages 45-53 The Effect of mulching on the abundance and diversity of ground beetle assemblages in two Hungarian potato *Journal of Agricultural and Environmental Sciences* [online]. 9.
- Flowerdew, B. 2011 page 64 Jak na plevel bez chemie. V Praze:Metafora. Biozahrada ISBN: 978-80-7359-275-2. Flint L.H 1929 pages 1-6 Suggestions for Paper-mulch Trials. U. S. Department of Agriculture. Illinoiská univerzita v Urbana-Champaign,

Hůla, J. (ed.). 2003. Agrotechnická protierozní opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. 48 s. ISBN: 1211-3972.

Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií: sborník ze seminářů: 17. 1. 2013 České Budějovice, 18. 1. 2013 Kralovice, 21. 1. 2013 Doksy, 22. 1. 2013 Kočí, 23. 1. 2013 Velké Hoštice, 24. 1. 2013 Skalka, 25. 1. 2013 Jaroměřice nad Rokytinou. Praha: ČZU v Praze, 2013. ISBN 978-80-213-2351-3.

Iqbal, R., Raza, M. A.S., Valipour, M. et al. 2020 Potential agricultural and environmental benefits of mulches a review. Bull Natl Res Cent **44**, 75 <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00290-3>

Janeček M et al. 2007 Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. ISBN 978-80-254-0973-2.

Janeček, M et al 2012 Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9

Jerry M. P, Malcolm B a Riland E. R 2006 Mulches for Enhanced, Low-Cost, Low-Maintenance Landscapes. *Texas Agricultural Extension Service* Dostupné z: <http://organiclifestyles.tamu.edu/compost/mulch.html>

Jonas J. L., Berryman E, Wolk B, Morgan P a Ribochaud P. R 2019 pages Forest Ecology and Management: Post-fire wood mulch for reducing erosion potential increases tree seedlings with few impacts on understory plants and soil nitrogen 20 Dostupné z <https://forest.moscowfsl.wsu.edu/engr/library/Robichaud/Robichaud2019b/2019b.pdf>

Johnson J. M., J. Hough-Goldstein A., M. J. Vangessel, 2004 Pages 1632–1643, Effects of Straw Mulch on Pest Insects, Predators, and Weeds in Watermelons and Potatoes, *Environmental Entomology*, <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.6.1632>

Katan J., Greenberger A, Alon H a Grinstein A 1976 pages 683-688 Solar heating by polyethylene mulching for the control by soil-borne pathogens

department of plant pathology and microbiology

https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1976Articles/Phyto66n05_683.PDF

Kožnarová, V, Klabzuba, J 2005 Bioklimatologie současnosti a budoucnosti: vlastnosti nastýlaných netkaných textilií z agrometeorologického

Dostupné z: <http://www.cbks.cz/sbornik05b/Koznarova.pdf>

- Kozáková R 2008 Výroba a použití mulčovacích folií z recyklovaného papíru. *Biom.cz* Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-a-pouziti-mulcovacich-folii-z-recyklovaneho-papiru>
- Mcdaniel A, Relf D 2020 Mulches for the Home Vegetable Garden. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10919/100509>
- Manzano, Verónica & Garcia, Nancy & Rodríguez Ramírez, Carlos & D'Accorso, Norma & Goyanes, Silvia. (2019). Mulch Plastic Systems: Recent Advances and Applications. 10.1007/978-3-030-19416-1_14.
- Malcolm B, Jerry M. P Mulches 2006 for Enhanced, Low-Cost, Low Maintenance Landscapes. *Mulches for Water conservation*
- Dostupné z <http://organiclifestyles.tamu.edu/compost/mulch.html>
- Novotný I. et al. 2014 Příručka ochrany proti vodní erozi 2. aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ISBN 978-80-87361-33-7
- Nyankanga R. O, Wien H. C., Olanya O. M. 2008 pages 101-111 Effects of Mulch and Potato Hilling on Development of Foliar Blight (*Phytophthora infestans*) and the Control of Tuber Blight Infection
- Prosdocimi M., Tarolli P, Cerdà A 2016 pages 191-203 Mulching practices for reducing soil water erosion: A review
- Qin S, Yeboah S, Xu X, Liu Y, Yu B. 2017 Analysis on Fungal Diversity in Rhizosphere Soil of Continuous Cropping Potato Subjected to Different Furrow-Ridge Mulching Managements. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00845>
- Ramakrishna A, Tam H. M, Wani S. P, Long T. D. 2006 pages 115-125 Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field crops Research*
- Rožnovský J et al 11. 9. 2008 Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině: sborník abstraktů a CD-ROM [s příspěvky: sborník příspěvků z mezinárodní konference: Mikulov Český hydrometeorologický ústav ISBN 978-80-86690-55-1.
- Relf D, Mcdaniel A. 2020 Mulches for the Home Vegetable Garden. *Virginia Cooperative Extension* Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10919/100509>
- Stoner A. K 1997, Influence of Mulches on the Colonization by Adults and Survival of Larvae of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Eggplant Dostupné z: <https://doi.org/10.18474/0749-8004-32.1.7>
- Svoboda J 2009 pages 270-273 Kompletní návod k vytvoření ekozahrady a rodového statku. Praha: Smart Press ISBN: 978-80-87049-28-0.

- Vach M, Javůrek M 2010 page 13 Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby ISBN:978-80-7427-050-
- Vrbata J 2019 Jak správně používat tkané a netkané textilie. *Magazín zahrada* Dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/jak-spravne-pouzivat-tkane-a-netkane-textilie/>
- Whiting D, Tolan R , Mecham B. 2003 *Mulching with wood/bark chips, grass clippings, and* Dostupné https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/183317/AEXT_ucsu2062277602003.pdf?sequence=1
- Ekocover.cz* [online]. *VUC Services spol. s. r.o.* [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <http://www.ekocover.cz/cz/vyrobky/>
- Geomall.cz* [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: https://www.geomall.cz/rozlozitelna-ekotextilie-ze-100-biomasy-agrotextilie-eko?gclid=CjwKCAiAlfnUBRBQEiwAWpPA6TZrqBriHDxKtmNu-r4aPdaN0y3CJfwOpew72_WPa1P4MRHGAnktIxoCo3YQAvD_BwE%3E
- Výrobky Geomat* Dostupné z: <https://www.geomat.cz/vyrobky-katalog/geotextilie/>

