

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Stabilní kompost jako mulč při pěstování brambor

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Bronislav Vávra

Studijní program: Zemědělství a rozvoj venkova

Specializace: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Stabilní kompost jako mulč při pěstování brambor" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. dubna 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, poskytnutou literaturu, cenné rady a přátelský přístup v celém průběhu zpracování práce.

Dále bych chtěl poděkovat za spolupráci pracovníkům Výzkumné stanice v Uhříněvsi a také všem pracovníkům Katedry agroekologie a rostlinné produkce a Katedry vodních zdrojů, kteří mi pomohli toto téma zpracovat.

Využití kompostu jako mulče při pěstování brambor

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývala problematikou povrchově aplikovaného kompostu jako mulče v porostu brambor. Tento způsob aplikace je v České republice však omezený vyhláškou č. 229/2017 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv, která nařizuje zapravení organických hnojiv do půdy nejpozději do 48 hodin. I proto měla tato práce sloužit jako další důkaz o pozitivních účincích mulčovaného kompostu, který ve formě stabilní organické hmoty v porostu brambor a obecně na orné půdě může posilovat systém ochrany půdy i rostlinné produkce a měl by tak být zohledněn v legislativě.

Teoretická část práce přináší informace o současné situaci v produkci brambor v České republice a zvláště v ekologickém systému hospodaření a o produkci biobrambor. Práce je dále zaměřena na kompost, a to od samotného kompostovacího procesu a technologie kompostování po vytvoření stabilního a vyzrálého kompostu, včetně legislativy, která výrobní cyklus kompostu včetně obchodu s ním uzákoňuje. Třetí teoretická část popisuje problematiku mulčování, kde jsou kromě kompostu popsány další možné typy povrchového mulčování a zároveň uvádí jejich pozitiva i negativa.

Praktická část probíhala na Výzkumné stanici České zemědělské univerzity v Uhřetěvsi, která spadá pod Katedru agroekologie a rostlinné produkce, FAPPZ. Zde bylo v maloparcelkovém pokusu sledováno povrchové mulčování dvou typů stabilních kompostů (v dávce 30 t/ha) v porovnání s kontrolní variantou bez mulče. Jako modelovou plodinou byly zvoleny brambory, konkrétně škrobárenská odrůda Dominátor a konzumní raná odrůda Dicolora.

Sledování mělo porovnat a objasnit vliv kompostů na půdní mikroklima, snížení eroze, utužení půdy v hrůbku a na závěr také výnosové parametry. Z hlediska půdního mikroklimatu mulčování kompostem vedlo ke zvyšování půdní teploty, a to zejména v první části vegetace a zapříčiňovalo i vyšší teplotní extrém v povrchové vrstvě půdy. Tato technologie však dokázala snížit půdní smyv, a to v průměru obou kompostů o 40,3 % oproti kontrolní variantě. Dále měla vliv také na utužení půdy, kdy vždy alespoň jeden z kompostů dokázal snižovat hodnoty penetrometrického odporu ve sledovaném půdním profilu 20 cm. Poslední sledování bylo zaměřeno na výnosové parametry porostu, kdy i zde byly pozorovány rozdíly. Zatímco odrůda Dominátor dokázala na komposty reagovat zvýšenými výnosy (v průměru o 17,1 %), tak u odrůdy Dicolora nebyly výsledky tak jednoznačné, přesto však komposty dokázaly zvyšovat podíl konzumních hlíz (nad 40 mm) oproti kontrolní variantě. V poslední části práce jsou pak dosažené výsledky shrnuty a je také nastíněno doporučení a využití v praxi.

Klíčová slova: Organická hmota, stabilní kompost, mulč, ekologické zemědělství

Mature compost as mulch in potato growing

Summary

This thesis addressed the issue of surface-applied compost as mulch in potato crop stand. However, this application method is limited in the Czech Republic by Regulation No. 229/2017 Coll., on the storage and use of fertilizers, which mandates the incorporation of organic fertilizers into the soil no later than 48 hours. Therefore, this work aimed to serve as further evidence of the positive effects of mulched compost, which, in the form of stable organic matter in potato crops and generally in arable land, can strengthen the soil protection and plant production system and should thus be considered in legislation.

The theoretical part provides information about the current situation in potato production in the Czech Republic, particularly in the ecological management system and organic potato production. The work is further focused on compost, from the composting process and composting technology to the production of stable and mature compost, including legislation that codifies the compost production cycle and its commerce. The third theoretical part describes the issue of mulching, where, in addition to compost, other possible types of surface mulching are described, and their advantages and disadvantages are presented.

The practical part was conducted at the Research Station of the Czech University of Life Sciences in Uhřetěves, which falls under the Department of Agroecology and Plant Production. Here, the surface mulching of two types of stable composts (at a dose of 30 t/ha) was monitored in a small plot trial compared to a control variant without mulch. The model crops chosen were potatoes, specifically the starch variety Dominator and the early consumption variety Dicolora.

The monitoring aimed to compare and clarify the influence of composts on soil microclimate, reduction of erosion, soil compaction in the furrow, and ultimately yield parameters. In terms of soil microclimate, mulching with compost led to an increase in soil temperature, especially in the first part of the vegetation period, and caused higher temperature extremes in the soil surface layer. However, this technology managed to reduce soil erosion by an average of both composts by 40,3 % compared to the control variant. It also had an impact on soil compaction, where at least one of the composts was always able to reduce the values of penetrometer resistance in the monitored soil profile of 20 cm. The last monitoring focused on the yield parameters of the crop, where differences were also observed. While the Dominator variety responded to the composts with increased yields (on average by 17,1 %), the results for the Dicolora variety were not as unequivocal, however, the composts were still able to increase the proportion of consumption tubers (over 40 mm) compared to the control variant. In the last part of the work, the obtained results are summarized, and recommendations and applications in practice are outlined

Keywords: Organic matter, stable compost, mulch, organic farming

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 8 |
| 2 Vědecká hypotéza a cíle práce..... | 9 |
| 3 Literární rešerše..... | 10 |
| 3.1 Komposty a kompostování..... | 10 |
| 3.1.1 Význam kompostování | 10 |
| 3.1.2 Technologie kompostování..... | 11 |
| 3.1.3 Kompostovací proces..... | 11 |
| 3.1.4 Zralost a stabilita kompostu | 12 |
| 3.1.5 Legislativa kompostování a aplikace | 15 |
| 3.2 Ekologickém zemědělství a pěstování brambor | 18 |
| 3.2.1 Princip a situace hospodaření v ekologickém režimu | 18 |
| 3.2.2 Pěstování biobrambor v ČR | 19 |
| 3.3 Mulčování..... | 20 |
| 3.3.1 Výhody mulčování | 20 |
| 3.3.2 Nevýhody mulčování | 20 |
| 3.3.3 Materiály využívané k povrchovému mulčování | 21 |
| 3.3.4 Aplikace mulčovacího materiálu..... | 23 |
| 3.3.5 Povrchové mulčování a jeho vliv na vlastnosti a mikroklima v půdě | 24 |
| 3.3.6 Povrchové mulčování a jeho vliv na edafon | 25 |
| 3.3.7 Povrchové mulčování a jeho vliv na erozi..... | 26 |
| 3.3.8 Povrchové mulčování a jeho vliv na zaplevelení porostu..... | 28 |
| 3.3.9 Povrchové mulčování a jeho vliv na výživný stav rostlin | 28 |
| 3.3.10 Povrchové mulčování a jeho vliv na choroby a škůdce | 29 |
| 3.3.11 Povrchové mulčování a jeho vliv na výnos hlíz a kvalitu hlíz..... | 29 |
| 4 Metodika..... | 30 |
| 4.1 Charakteristika stanoviště..... | 30 |
| 4.2 Charakteristika meteorologických podmínek během pokusného ročníku ... | 31 |
| 4.3 Metodika polního pokusu | 32 |
| 4.4 Charakteristika sledovaných parametrů | 33 |
| 4.4.1 Půdní teplota a vlhkost | 33 |
| 4.4.2 Utužení půdy..... | 34 |
| 4.4.3 Půdní smyv..... | 34 |
| 4.4.4 Velikostní a hmotnostní zastoupení hlíz..... | 34 |
| 4.5 Charakteristika použitých odrůd..... | 34 |
| 4.5.1 Dicolora..... | 34 |
| 4.5.2 Dominátor | 35 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.6 | Charakteristika použitých kompostů | 35 |
| 4.7 | Statistické vyhodnocení..... | 35 |
| 5 | Výsledky | 36 |
| 5.1 | Vyhodnocení kvalitativních parametrů použitých kompostů | 36 |
| 5.2 | Vliv aplikace kompostů na mikroklima půdy | 36 |
| 5.3 | Vliv aplikace kompostů na utužení půdy | 38 |
| 5.4 | Vliv aplikace kompostů na půdní smyv..... | 40 |
| 5.5 | Vliv aplikace kompostů na hmotnostní zastoupení hlíz a výnos | 42 |
| 5.5.1 | Vliv aplikace kompostů na hmotnost hlíz pod trsem | 42 |
| 5.5.2 | Vliv aplikace kompostů na výnos | 43 |
| 6 | Diskuze | 45 |
| 6.1 | Vliv kompostů jako mulče na mikroklima..... | 45 |
| 6.2 | Vliv kompostů jako mulče na snížení odnosu půdy..... | 46 |
| 6.3 | Vliv kompostů na utužení půdy..... | 47 |
| 6.4 | Vliv kompostů na výnosové parametry | 49 |
| 7 | Závěr | 50 |
| 8 | Literatura..... | 52 |
| 9 | Samostatné přílohy | I |

1 Úvod

Pěstování brambor je významnou součástí pro zajištění lidské výživy, což je patrné i z jejich roční spotřeby, kdy v České republice zkonsumuje jeden obyvatel okolo 75 kg brambor. Při zaměření na spotřebu brambor vyrobených v podmínkách ekologického režimu tvoří spotřeba biobrambor pouze nepatrnou část z celkové spotřeby, což je dáno především malou nabídkou tuzemských pěstitelů (Diviš 2007). Náročnost pěstování, mimořádná péče o porosty, nezajištění stabilních výnosů či špatná výtěžnost tržních hlíz jsou hlavní problémy, které vedou pěstitele k volbě jiných kulturních plodin, než právě k produkci biobrambor (Vokál 2013).

I přesto začíná mít ve světě i v České republice pěstování brambor v ekologickém režimu rostoucí trend, o čemž svědčí stálý, ačkoliv pomalý růst ploch a počet ekofarem zabývajících se jejich produkcí. Zatímco v roce 2012 se biobrambory pěstovaly na necelých 215 hektarech v 219 podnicích, v roce 2021 už se jejich plocha pohybovala na 286,5 hektarech na 234 ekofarmách (MZe 2013; MZe 2021).

Není pochyb o tom, že hypotézy kolující kolem ochrany brambor jsou nejvýznamnější problémy, se kterými se setkáváme nejen v konvenční, ale také ekologické produkci, kde není dovoleno využívat syntetické pesticidy. Pro jejich ochranu a dosažení zdravé a výkonnostní půdy je kromě základního střídání plodin, dodržování pěstitelského odstupu či zpracování půdy vhodné se zaměřit i na možnost využití mulčovací materiálů (Waheed et al. 2023), které lze nahradit za drahé syntetické materiály, eliminovat tak potřebu pesticidů (herbicidů a insekticidů) a do jisté míry uspořit i náklady na pěstování (Stigter et al. 2016).

Právě povrchové mulčování nabývá v poslední době na popularitě, kdy se tato metoda ochrany rostlin začala rozvíjet od drobných zahrádkářů až k velkým pěstitelům. Nejpoužívanější mulčovací materiály jako sláma, travní hmota, mulčovací folie nebo netkané textilie přináší řadu benefitů v pěstování brambor, a to zejména při snižování eroze půdy, regulaci plevelů, vláhových a teplotních podmínek či nejobávanějšího škůdce brambor mandelinky bramborové (Dvořák et al. 2013a).

Dalším organickým materiálem, který lze při povrchovém mulčování uplatnit je kompost. Ten byl dosud využíván především v podnicích, které disponovali absencí živočišné výroby, a tedy i nedostatkem organických hnojiv (Vokál 2013). Pokud jej však aplikujeme povrchově jako mulč dokáže zlepšovat vodní režim půdy, dodat organickou hmotu do půdy, ovlivnit tepelný a vzdušný režim, zvyšovat mikrobiální aktivitu a využitelnost živin, či zlepšovat infiltrační schopnosti půdy (Badalíková 2019; Edwards 2010).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je na základě poznatků z literatury zhodnotit význam zralosti a stability kompostu a jeho možnosti aplikace jako mulče na ornou půdu. Ověřit přínosy kompostu jako mulče.

Hypotéza: Aplikací zralého kompostu na povrch hrůbků u brambor lze zlepšit povrchovou strukturu hrůbků tím, že se sníží povrchové utužení půdy a celkově se sníží povrchový smyv půdy (erozní efekt).

3 Literární rešerše

3.1 Komposty a kompostování

3.1.1 Význam kompostování

Kompostování můžeme nazvat jako racionální využití hmoty rostlinného původu, které se řadí na první příčky v hierarchii optimálního postupu v odpadovém hospodářství při nakládání s biologickým odpadem (Plíva 2005).

Plíva et al. (2016) uvádí význam kompostování jako využití biologicky rozložitelného materiálu, který se při aerobních procesech a činnosti mikroorganismů přeměňuje na kompost a výsledkem je organická hmota získaná mimo půdní prostředí. Kromě toho, že díky kompostu se zajistí zpětný přísun organické hmoty a rostlinných živin do koloběhu, má také další řadu výhod, a to jak z úhlu ekonomického, tak i z ochrany životního prostředí, kdy dochází ke snižování množství biologického odpadu končícího převážně na skládkách komunálního odpadu.

Co se týká přínosů pro udržení a obnovu půdy lze konstatovat, že hnojení kompostem dlouhodobě zlepšuje půdní strukturu, zmírňuje teplotu půdy, zvyšuje množství organické hmoty v půdě či zlepšuje sorpční vlastnosti půdy (Kalina 2016; Halloran et al. 2013). Zvyšuje se odolnost vůči erozi, kde působí jako pojivo půdních částic a zlepšuje tak schopnost půdy zadržovat vodu (Zemánek & Burg 2010; Bhattarai et al. 2011). Dále zjednodušuje zpracování půdy a také zvyšuje hodnotu pH, kdy do jisté míry může nahrazovat vápnění půdy (Kalina 2016).

S obnovou půdy dochází rovněž také k zvyšování půdní úrodnosti, kdy se zvyšuje výnosová produkce plodin. Dodávají se organicky vázané živiny a snižuje se riziko výskytu chorob a škůdců rostlin (Plíva et al. 2016).

Pokud bychom se měli zaměřit na výhody ohledně životního prostředí, potom podle Kovaříčka et al. (2015) má kompost vliv na zabudování uhlíku do půdy, snižuje vyplavování živin do povrchových a podzemních vod, ale také zlepšuje retenci a snižuje infiltraci vody, což má za výsledek ochranu před suchem či erozí.

Jestliže bychom měli proces kompostování zhodnotit z ekonomického hlediska, je nutné spočítat náklady na systém sběru, vyřídění, zpracování a dopravu bioodpadu, které by měly být nižší než při aktuálních cenách systému nakládání se směsným komunálním odpadem. Poté se lze zaměřit na náklady samotné výroby kompostu, které by měly být srovnatelné s cenou minerálních hnojiv, s tím, že ostatní výše zmíněné přínosy kompostu jsou vloženy do snížení nákladů pro produkci plodin a úrodnosti půdy (Plíva et al. 2016).

3.1.2 Technologie kompostování

Kompostování lze provádět v několika technologiích podle toho, jakými nástroji a vybavením daná kompostárna disponuje. Mezi nejvyužívanější lze zařadit kompostování na volné ploše, kompostování s otevřenými boxy na volné ploše, kompostování ve vacích a kompostování v uzavřeném zařízení (Plíva et al. 2016; Zera a.s. 2017).

3.1.2.1 Kompostování na volné ploše

Jedná se o jednoduchou a nejstarší technologii výroby, kde se podle kapacity prostoru může kompostovat i přes 25000 tun kompostu ročně. Principem je aerobní rozklad podporovaný aktivním nebo pasivním větráním v otevřeném prostoru. Základem aerobního procesu jsou překopávky, které nejen hmotu provzdušňují, ale také drtí na jemnější částice pomocí fréz a rovnají zakládku do lichoběžníkového nebo trojúhelníkového profilu (Zera a.s. 2017).

3.1.2.2 Kompostování v otevřených boxech na volné ploše

Toto zařízení je vybaveno bočními stěnami (př. silážní jáma), které může být zakryto textilií. Výhodou výroby je vyšší využití plochy a umožňuje tak zpracovat více materiálu na jednotce plochy oproti kompostování na volné ploše. Provzdušňování zde probíhá jak pasivně (vzduchové tunely), tak i aktivně (frézy) (Zera a.s. 2017).

3.1.2.3 Kompostování ve vacích

Jedná se o technologii v PE-vacích, kam se pomocí PE-trubek vhání vzduch ventilátorem. Hmota se do vaku plní speciálním strojem. Tento typ lze na rozdíl od ostatních typů provádět na ploše, která není opatřena záchytnou jámkou a není vodohospodářsky zabezpečená. Nevýhodou je však jednorázové použití vaků i aeračních trubek (Zera a.s. 2017).

3.1.2.4 Kompostování v uzavřeném zařízení

Tato technika se využívá hlavně při kompostování rizikových odpadů, např. čistírenských kalů nebo zvířecích fekálií. Proces probíhá v kompostovacích boxech, které mohou mít betonovou nebo kovovou konstrukci, do které se vhání vzduch. Případně může být technologie dovybavena míchacím zařízením, odtahem vzduchu a čištěním vzduchu díky biofiltru (Zera a.s. 2017; Plíva et al. 2016).

3.1.3 Kompostovací proces

Proces kompostování probíhá za přítomnosti dekompozičních mikroorganismů a můžeme ho rozdělit do dvou základních fází, a to fáze primární a sekundární (Azim et al. 2018).

Primární fáze se účastní hlavně dekompoziční mikroorganismy, které produkují prohřátí hmoty na 50–60 °C, uvolňují organické kyseliny a dochází tak k snížení pH. To podporuje nejen samotný biodegradací proces a redukci objemu, ale také hygienizaci zakládky. Tato fáze se

považuje za ukončenou, jestliže teplota uprostřed hromady dlouhodobě nevystoupí nad 40 °C (Azim et al. 2018; Hejátková 2007).

V sekundární fázi poté dochází k postupné stabilizaci a humifikaci vstupních surovin a následnému vzniku zralého kompostu, kdy už nelze rozpoznat původní hmotu a dochází ke vzniku drobtovité struktury. Proces probíhá pod hladinou 40 °C a požadavky mikroorganismů na kyslík a energii se postupně snižují. Dochází k odbourání a přeměně ligninu a celulózy pomocí hub. Délka tohoto období je různá podle vstupního materiálu (12 – 16 týdnů), konečného poměru C:N (30:1) a hodnoty pH, která by měla být v neutrálních hodnotách (7-7,5). Teplota kompostované hmoty by měla samovolně poklesnout pod 30 °C až na teplotu okolí (Hejátková 2007; Azim et al. 2018).

3.1.4 Zralost a stabilita kompostu

3.1.4.1 Stabilita kompostu

Jelikož základní charakteristikou hotového kompostu je stabilizovaná, nepáchnoucí homogenní hmota, hnědé až černé barvy, je potřeba se zaměřit na jeho stabilitu, která je hlavním kritériem pro zralost kompostu. Při použití nestabilního kompostu a smíšením s půdou by totiž docházelo k dalším rozkladným procesům, konkurenci o dusík mezi degradačními mikroorganismy a plodinou a nedostatku kyslíku v důsledku aktivity degradačních mikroorganismů (Amery et al. 2020).

Stabilita je hodnocena jako potencionální rozklad organické hmoty při kompostování a lze ji rozdělit na dočasnou a trvalou. Zatímco dočasná stabilita je způsobována určitým nedostatkem v komponentech (např. nedostatek vody v materiálu), trvalá stabilita už je biologicky transformovaná forma snadno rozložitelných látek do komplexů humusových látek (Zera a.s. 2018).

Stabilitu kompostu lze hodnotit několika metodami, které fungují na principu mikrobiální aktivity, tedy monitorováním produkce CO₂, příjmu O₂ nebo výdejem tepla.

3.1.4.1.1 Metody hodnocení stability kompostu

1. Rychlost spotřeby kyslíku (OUR) – kdy komposty s OUR > 15 mmol/ kg hmoty/ h jsou považovány za stabilní (Amery et al. 2020).

2. Samozáhřevný (Dewardův) test – sleduje se rozdíl mezi teplotou okolí (cca 20 °C) a nejvyšší naměřenou teplotou kompostu ve dvoulitrové termonádobě (Amery et al. 2020). Podle velikosti rozdílu v teplotách se určuje stabilita kompostu (viz. Tabulka 1).

Tabulka 1. Tabulka pro určení samozáhřevného testu

| Rozdíl mezi teplotou kompostu a teplotou okolí (°C) | Stupeň stability kompostu | Charakteristika |
|---|---|-----------------|
| <10 | Velmi zralý a stabilní | Stabilní |
| 10–20 | Průměrně zralý | Stabilní |
| 20–30 | Stále mírně v rozkladu, aktivní kompost | Aktivní |
| 30–40 | Nevyzrálý, čerstvý nebo velmi aktivní | Aktivní |
| >40 | Čerstvý kompost | Nestabilní |

(Plíva et al. 2016).

3. Test Solvita – test, reagující na koncentrace plynů CO₂ a NH₃, které se mění v průběhu kompostovacího procesu. Tento test trvá přibližně 4 hodiny. Vzorek kompostu se uzavře do nádoby a přirozeně začnou plyny stoupat vzhůru, kde testovací sondy zaznamenají změnu. Skutečná stabilita nastane v momentě, kdy se oba tyto plyny sblíží na nízké úrovni koncentrace (Solvita 2023).

4. Měření produkce CO₂ – komposty se před testem smíchají s živinným substrátem a sleduje se uvolňování CO₂. Pokud je uvolňování vysoké, vykazuje test vysoký stupeň rozkladu a nízkou stabilitu kompostu (Amery et al. 2020).

5. Poměr C:N – využívá se především jako indikátor zralosti. Během kompostování se poměr snižuje a vysoký poměr C:N (optimum 30:1) může být indikátorem špatné stability (Vandecasteele et al. 2017).

6. Metoda NIRS – tato metoda je novinkou, s kterou přišla do České republiky společnost Zera a.s. Jedná se o nedestruktivní analytickou metodu na molekulární úrovni, která zkoumá chemické a fyzikální parametry testovaných vzorků pomocí spektrometru. Tento model je kombinací výsledků testu C:N, fotometrického indexu a Solvita testu. Jedná se o rychlou a levnou metodu stanovení kvality kompostu, a to z hlediska jeho bezpečnosti a využitelnosti (Dědina et al. 2022).

3.1.4.2 Zralost

Doba, kdy je kompost vhodné využít pro konečné použití se nazývá zralost. Proto, aby mohl být vyrobený kompost využit, je potřeba splňovat určité jakostní znaky kvality a nezávadnosti. Tyto znaky kompostu jsou hodnoceny na základě agrochemických a mikrobiologických vlastnostech a biologické stabilitě (Plíva et al. 2016).

Zralý kompost obsahuje také nepatrnou koncentraci fytotoxických komponentů (NH₃ či jiné organické kyseliny). Podíl fytotoxických látek je důležitým kritériem zvláště u půdních substrátů, jelikož kompost u nich tvoří nemalý podíl (Amery et al. 2020).

3.1.4.2.1 Metody hodnocení zralosti kompostu

1. Test fytotoxicity (tzv. řeřichový test) – tento test patří k nepoužívanějším testům zralosti. Jedná se o výpočet indexu klíčivosti (IK) řeřichy seté (*Lepidium sativum* L.) ve vodním výluhu kompostu, která je velice citlivá na fytotoxicitu. Zralost se určuje tak, že čím je vyšší klíčivost řeřichy a kořínky rostliny delší, tím je kompost zralejší (viz. Tabulka 2). Zároveň lze u kompostu určit i jeho použitelnost (viz. Tabulka 3).

Tabulka 2. Test zralosti podle indexu klíčivosti

| Index klíčivosti (%) | Hodnocení |
|----------------------|--------------------------|
| Nad 100 | Stimulační účinek |
| 80–100 | Dobře vyzrálý kompost |
| 60–80 | Částečně vyzrálý kompost |
| Pod 60 | Nezralý kompost |

(Slejška et al. 2006)

Tabulka 3. Použitelnost kompostu podle indexu klíčivosti

| Kategorie | IK (%) | Použitelnost |
|-----------|------------|--|
| I | 100 a více | Substráty pro zahradnictví |
| II | 80–100 | Aplikace před setím/ při výsadbě |
| III | 60–80 | Předjarní aplikace, rekultivace, pro pěstování hub |
| IV | do 50 | Riskantní (neekonomická) aplikace |

(Slejška et al. 2006)

Velikost toxicity umožňuje kvalitativní hodnocení rozkladu a jeho intenzity, kdy v momentě nepřítomnosti fytotoxických látek a indexu klíčivosti okolo 100 % se kompost jeví jako zralý. Pokud se zavádí nová technologie kompostování nebo mění surovinová skladba zakládky, je ideální využívat tzv. okamžité fytotoxicity, kterou lze otestovat celý průběh kompostování, a to v intervalech po smíchání surovin, před první překopávkou (v době maximálních teplot), před druhou překopávkou, a nakonec před distribucí. Platí zásada, že čím delšího trvání a většího rozměru je fytotoxicita v první fázi kompostování, tím dochází i k intenzivnějšímu rozkladu, což má za následek kratší dobu dozrávání (Slejška et al. 2006; Plíva et al. 2016; Amery et al. 2020).

2. Hygienická nezávadnost kompostů – hodnotí se na základě vybraných indikátorových organismů, u kterých se sleduje jejich zastoupení v kompostu. V ČR jsou tyto indikátorové organismy zastoupeny termotolerantními koliformními bakteriemi rodu *Salmonella* a enterokoky. Jejich životnost je vysoká (1-2 roky), což má výhodu vůči ostatním patogenním organismům v kompostu a lze tak jejich zastoupení ve hmotě lépe zaznamenávat. Podle výsledného počtu indikátorových organismů v kompostu se následně určuje mikrobiální znečištění kompostu (viz. Tabulka 4) (Plíva et al. 2016).

Tabulka 4. Limitní parametry pro indikátorové mikroorganismy

| Indikátorový organismus | Jednotky | Limitní hodnoty | |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|
| Salmonella sp. | Nález v 50 g | negativní | |
| Escherichia coli nebo enterokoky | KTJ ^{a)} v 1 g | 1* | <5.10 ³ |
| | | 4* | <10 ³ |
| Geohelminți ^{b)} | Nález v 150 g | negativní | |

a) kolonie tvořící jednotku

b) pouze u balených kompostů a kompostů určených pro parky, sídlištní zeleň a sportovní areály
* z odebraných 5 vzorků musí vyhovět předepsaným limitům minimálně stanovený počet (Zera a.s. 2021)

3. Hodnocení chemických a fyzikálních vlastností – u průmyslových kompostů se při laboratorních rozborech stanovuje jakost kompostu podle vlhkosti (měla by se pohybovat od 40 do 60 %), celkového obsahu spalitelných látek (hodnota ve vysušeném vzorku musí dosahovat minimálně 25 %), obsahu celkového dusíku (ve vysušeném vzorku minimálně 0,6 %), pH (hodnota musí být v rozmezí 6,5 až 8,5), poměru C:N (ideálně 30:1), homogenity (±30 %) a nerozložitelných příměsí (částice, které nelze rozdrtit rukou a neprojdou sítím o velikosti 5 mm nesmí přesáhnout hodnotu 2 %) (Sullivan & Miller 2001; Plíva et al. 2016)

4. Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a pórovitosti – tyto vlastnosti sice nemusí přímo ovlivňovat kompostování, ale mají význam z pohledu evidence zpracovaných surovin, nákladovosti, ekonomiky a pomáhají při zakládání dalších kompostů. Z pohledu pórovitosti a zrnitosti kompostu je důležité sledovat velikost částic, zrnitost, tvar a konzistenci. Tyto aspekty totiž vypovídají o použití kompostu, kdy komposty s velkými částicemi nemohou být využity například v zahradnických substrátech, malé částice naopak nevyhovují drenážní strukturou, a proto nemohou být využity například na golfových hřištích (Plíva et al. 2016).

3.1.5 Legislativa kompostování a aplikace

Výrobce kompostů lze rozdělit do 3 skupin.

1. „Hobby“ výrobci, což jsou fyzické osoby, kteří s výrobou kompostu nepodnikají a neuvádějí ho na trh.
2. Faremní a komunitní výrobci, kteří mohou nebo nemusí uvádět kompost na trh
3. Průmysloví výrobci kompostů, což jsou podnikatelské subjekty uvádějící produkt na trh. (Pastorek 2004).

Pokud vyrobený kompost nebude uváděn na trh, v případě „hobby“ výrobců, je potřeba dodržovat pouze obecně závazné zákony o ochraně ovzduší, vody a půdy. V případě faremních a komunitních výrobců je už potřeba se seznámit se stanovisky orgánu ochrany životního prostředí, vodohospodářského orgánu a stavebního úřadu (Pastorek 2004).

Kompostování a jeho výroba je regulována 2 základními zákony, a to zákonem o hnojivech a zákonem o odpadech. Pokud se kompost začne uvádět na trh, tzn. vyrábět a distribuovat, automaticky podléhá zákonu o hnojivech č. 156/1998 Sb. ve znění zákona č. 299/2021 Sb. V případě prodeje kompostu je také důležité zajistit si jeho registraci prováděnou ÚKZÚZ (Pastorek 2004).

Další zákon, který reguluje výrobu kompostů je zákon o odpadech č. 541/2020 Sb., který přichází s kompostováním jako s jednou možností, jak předcházet vzniku biologicky rozložitelného materiálu. Tento zákon představuje vyrozumění v oblasti předcházení vzniku odpadu při kompostování (§ 12), určuje povinnosti při nakládání s biologicky rozložitelným odpadem (§ 63) a povinnosti a účely v oblasti komunitního kompostování v obcích (§ 65, 66) (Nový zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. 2021).

Z dalších významných zákonů, které je potřeba dodržovat při průmyslové výrobě kompostů patří například zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, zákon č. 477/ 2001 Sb. o obalech, zákon č. 78/2004 Sb. o nakládání s GMO a genetickými produkty, zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí nebo zákon 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství atd. (Pastorek 2004).

Na tyto zákony dále navazují další prováděcí vyhlášky, z kterých vychází najevo technicky složitá záležitost provozu kompostárny. Jedná se o vyhlášku č. 474/2000 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva, vyhlášku č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv, vyhlášku č. 275/1998 Sb. o agrochemickém zkoušení půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, vyhlášku MŽP č. 8/2021 Sb., která stanovuje katalog odpadů a posuzování vlastností odpadů.

3.1.5.1 Certifikace kompostů

Certifikace kompostů je nový program, s kterým v ČR přichází společnost ZERA a.s., kdy cílem této dobrovolné certifikace je zabezpečit vysokou kvalitu kompostů v kompostárnách. Tu lze poté s jistotou využít v oblasti ochrany podzemních a povrchových vod či u půd ohrožených erozí, při revitalizaci půd nebo hnojení a zdraví půdy. K dosažení certifikace je potřeba se podrobit inspekci v provozu kompostárny a ověření kvality kompostu, kdy po kladném vyhodnocení bude udělen certifikát „Pečeť kvality“ (Hejátková 2021).



Obrázek 1. Logo certifikátu „Pečeť kvality“ (Hejátková 2021)

3.1.5.2 Požadavky na kvalitu kompostu

Obecně musí kompost splňovat technologické a kvalitativní požadavky. Zatímco technologické požadavky upřesňují požadavky na vybavení a provoz zařízení podle vyhlášky č. 341/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s bioodpady, kvalitativní požadavky jsou podloženy v zákoně o hnojivech, kde jsou určeny hlavní parametry jakosti, které průmyslový kompost musí splňovat (viz. Tabulka 5) (Zera a.s 2017).

Tabulka 5. Hlavní kvalitativní parametry jakosti kompostu

| Parametr jakosti | Jednotka | Limitní hodnota |
|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| Vlhkost | % hm. | 30–65 |
| Obsah spalitelných látek | % hm. v sušině | min. 2 |
| Obsah celkového dusíku | % hm. v sušině | min. 0,6 |
| C:N | - | max. 30 |
| pH | - | 6,0 – 9,0 |
| Nerozložitelné příměsi >20 mm | % hm. ve vzorku | <3 |
| Nežádoucí příměsi >5 | % hm. ve vzorku | <0,5 |
| Klíčivá semena v 1litru kompostu | ks | ≤3 |
| Plasty >2 mm | % hm. v sušině | 0,2 |
| Plasty >20 mm | % hm. v sušině | 0,02 |

(Zera a.s. 2021)

3.1.5.3 Kompost v ekologickém zemědělství

V ekologickém zemědělství je kromě využívání klasických organických hnojiv (chlévská mrva, zeleného hnojení, přidání jakéhokoliv organického materiálu pocházejícího z ekologické produkce) i kompost jednou z alternativ, jak zvýšit úrodnost půdy, zlepšit hospodaření s vodou v půdě, snižovat erozi či rozvoj chorob a škůdců (Marešová et al. 2006).

Existuje však několik základních pravidel, které se liší od konvenčního kompostování a jsou zakotveny v nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 o ekologické produkci. Například se k aktivaci kompostu nesmějí využívat GMO, kompostované živočišné výkaly nesmějí pocházet z velkochovů či je zakázáno používat chemické startéry do kompostu. Využití kalů z čistíren odpadních vod, zkompostované odpady a mimopodnikové fekálie nesmí být rovněž použity. V poslední řadě musí být aplikace daného kompostu schválena příslušným kontrolním orgánem (Eur-lex 2023a).

Z nadstandartní směrnice svazu PRO-BIO musí navíc certifikované komposty a komposty vyrobené z komunálního bioodpadu pocházet z kompostáren, které jsou členem sdružení Fachvereinigung Bayerischer Komposthersteller e.V, a které provádějí testování výskytu škodlivých organických látek. Dodavatelé těchto kompostů u prodeje předkládají certifikaci a specifikaci kompostu, kdy hodnoty rizikových prvků nesmějí překročit maximální koncentraci (viz. Tabulka 6) (Pro-bio 2018).

Tabulka 6. Limitní hodnoty rizikových prvků (mg.kg⁻¹ sušiny) pro konvenční a ekologické komposty

| Rizikový prvek | Limitní hodnota | Limitní hodnota pro EZ |
|----------------|-----------------|------------------------|
| As | 30 | 30 |
| Cd | 2 | 2 |
| Cr (celkový) | 100 | 70 |
| Cu | 150 | 70 |
| Hg | 1,0 | 0,4 |
| Ni | 50 | 25 |
| Pb | 100 | 45 |
| Zn | 600 | 200 |

(Eur-lex 2023b; Zera a.s. 2021)

K dispozici musí mít také výsledky rozborů PCB, kde platí limit 0,2 mg/ kg a PAU s limitem 6 mg/kg sušiny (Eur-lex 2023b).

V případě využívání kompostů z tříděného komunálního odpadu, musí být rostlinný nebo živočišný materiál produkován v uzavřeném a kontrolovaném sběrném zařízení (kompostovacích boxech), které musí být schváleno. Pokud se kompostuje dřevěná kůra, je kritériem, aby dřevo nebylo po kácení chemicky upravováno (Eur-lex 2023a).

V současnosti je k dispozici 25 registrovaných kompostů a vermikompostů, které si lze zakoupit pro ekologickou produkci (E-agri 2023).

3.1.5.4 Aplikace kompostu jako mulče

Z pohledu legislativy České republiky je způsob takového využití problematický, jelikož vyhláška č. 229/2017 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv říká, že podle § 7 tuhá organická hnojiva musejí být nejpozději do 48 hodin zapravena do půdy, výjimku v této vyhlášce tvoří pouze nastýlání plodin slámovým mulčem. V případě zranitelných oblastí je potřeba se dál řídit zákonem č. 262/2012 Sb, kterým se mění období zákazu hnojení, doba skladování na poli, omezení užití organického dusíku atd.

3.2 Ekologickém zemědělství a pěstování brambor

3.2.1 Princip a situace hospodaření v ekologickém režimu

Zemědělec hospodařící v ekologickém režimu se řídí postupy stanovenými zákonem 242/2000 Sb. a jeho pozdějších předpisů. Základními principy tohoto zemědělského směru je zlepšování půdní úrodnosti, péče o vodní zdroje, ochrana přírody, zachování a zvyšování biodiverzity, recirkulace živin, zabraňování vstupu cizorodých látek do půdy, vytváření ideálních podmínek a pohody pro hospodářská zvířata, vytvářet a udržovat tradiční ráz krajiny a v poslední řadě produkce kvalitních potravin (Šarapatka & Urban 2006).

K roku 2021 se v České republice ekologicky hospodaří skoro na 2000 ekofarmách a rozloze 558 124 ha, což představuje asi 15,7 % z celkového zemědělského půdního fondu ČR a očekává se další nárůst (MZe 2021).

Oproti konvenčnímu hospodaření jsou však ekologičtí zemědělci limitováni používáním průmyslových hnojiv, pesticidů, regulátorů růstu, které musí nahrazovat racionálními a biologickými postupy, popřípadě povolenými přípravky pro EZ. Bohužel problém zůstává v podílu orné půdy a trvalých travních porostů (TTP), kdy TTP tvoří většinu výměry ploch (428 684 ha), oproti orné půdě (88 093 ha) (MZe 2021).

Základem hospodaření je prevence před výskytem chorob a škůdců a zaplevelením pozemku. Je proto důležité se řídit základními zásadami pěstování plodin, a to vytvářením pestrých a vyvážených osevních postupů, kvalitního provádění agrotechnických zásahů (podmítání, vláčení, orba), dodáváním organické hmoty, výběrem vhodných a odolných odrůd osiva/sadby či zajišťovat trvalý pokryv půdy vegetací (Bošínová et al. 2021).

3.2.2 Pěstování biobrambor v ČR

Plochy brambor se v ČR každoročně snižují o stovky hektarů a v roce 2021 byly pěstovány na 28 972 hektarů. V ekologickém zemědělství se brambory navzdory zvyšující ploše také moc nepěstují a v roce 2021 bylo osázeno 286,5 hektarů na 234 ekofarmách s celkovou produkcí 4063 tun. Pozitivem je však vysoký odbyt, kdy bylo prodáno 83 % celkové produkce, z toho 67 % mířilo do zahraničí (MZe 2021).

Podle Vokála (2013) lze brambory řadit mezi nejnáročnější plodiny na vypěstování v EZ, což svědčí i o nízkých plochách, a tedy i nízké nabídce biobrambor v obchodní síti. K největšímu problému pěstování patří absence chemické ochrany a minerálních hnojiv, kterými se vytváří vyhovující prostředí pro rostliny.

Z agrotechnického hlediska je základem správný výběr pozemků, který se nevyskytuje na erozně ohrožených půdních blocích, je nezamořený chorobami brambor, půda je neutužená a pH půdy je lehce kyselé (5,5 – 6,5). O pěstitelském úspěchu významně rozhoduje také výběr odrůdy, kdy bychom měli dát přednost certifikovaným odrůdám s kratší vegetační dobou a vyšší odolností proti plísni bramborové, vločkovitosti a strupovitosti bramboru. Dobré je také hlízy před vysázením nechat předklíčit, čímž se urychluje následný růst a vývoj rostliny (Hamouz 2007).

U pěstování je potřeba počítat se silnějším zaplevelením v důsledku absence herbicidů, kdy je potřeba řešit regulaci kvalitní, včasnou a šetrnou mechanickou kultivací, která by měla být prováděna s odstupem 7–10 dnů podle vývoje počasí, stavu porostu a stupně zaplevelení (Vokál 2013).

Další problém nastává u výskytu chorob a škůdců, zejména plísně bramborové (*Phytophthora infestans*) a mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* S.). Proti

mandelince je v současnosti k dispozici několik ochranných přípravků, jako například NeemAzal-T/S nebo Spintor. Větší hrozbou zůstává plíseň bramborová, kdy hrozí v důsledku napadení až zničení natě brambor. Problém spočívá u měďnatých přípravků, které nejsou moc účinné (Hausvater & Doležal 2019).

Důležité je také nepodcenit samotnou sklizeň, která by měla probíhat 2–3 týdny po odstranění natě, a to z důvodu zpevnění slupky a napadení stříbřitostí a vločkovitostí hlíz (Vokál 2013).

3.3 Mulčování

Mulčování je přírodní proces, ze kterého se stále více stává účinná ochrana zemědělských plodin (Dvořák et al. 2009a).

Povrchové mulčování zahrnuje aplikaci organických či anorganických materiálů na povrch půdy sloužící za účelem několika ekosystémových služeb jako je ochrana či obohacení půdy, zabránění usazování škůdců nebo zvýšení výnosu pěstovaných plodin (Quintanilla-Tornel et al. 2016). Kromě toho má mulčování potenciál snižovat výpar, zachovávat vlhkost, zlepšovat provzdušnění, dodávat živiny do půdního profilu (Li et al. 2013), ale také poskytuje ochranu rostlinám, a to jak pod povrchem půdy, kde snižuje výkyvy teplot v oblasti kořenového systému, tak nad povrchem půdy tím, že omezuje prorůstání plevelů (Sulzberger 2007; Maheed et al. 2023).

Z druhého pohledu však nesprávně aplikovaný mulč, popřípadě nadměrné použití mulče může vést k stresovým situacím pro rostlinu, potenciálně až k úhynu rostliny (Carlson 2001).

3.3.1 Výhody mulčování

- snižuje vysychání půdy
- zlepšuje provzdušnění a propustnost půdy
- zvyšuje úrodnost půdy
- redukuje utužení půdy
- snižuje erozi půdy
- zabraňuje růstu plevelů (záleží na výšce aplikovaného materiálu)
- zlepšuje vitalitu a růst rostlin
- omezuje výskyt některých chorob
- snižuje poškození mladých rostlin mrazíky

(Carlson 2002; Sulzberger 2007; Waheed et al. 2023).

3.3.2 Nevýhody mulčování

- nedostatek kyslíku v půdě (při nepřiměřené aplikaci jemného mulče)
- zvýšený výskyt chorob (houbové choroby) a škůdců (slimáci a hlodavci)
- změna hodnoty pH (při používání kyselých typů mulče-rašelina nebo kůra)

- zanášení semen plevelů na pozemek
- zvýšená nákladovost na vypěstování produkce (materiál, doprava, aplikace)
- zvolení a zřízení optimální mulčovací vrstvy
- Splavení mulče z hrůbků při nepříznivých okolnostech

(Carlson 2001; Dvořák et al. 2009a; Waheed et al. 2023).

3.3.3 Materiály využívané k povrchovému mulčování

Mulčování lze provádět v několika podobách, buď jako podsev, aplikací organické či anorganické hmoty, využitím posklizňových zbytků nebo použitím plastických materiálů (Skládal et al. 1972). Na farmách, kde je potřeba řešit dodávku dusíku do půdy se může využít i směs trav a jetele, které dnes v osevních postupech chybějí (Dvořák et al. 2009a).

K povrchovému mulčování lze využít nejrůznější materiály jako je tráva, řezanka, sláma, rašelina, listí, piliny, plevy, hobliny, kompost, různé fólie nebo se také v minulosti zkoušelo nastýlání tzv. asfaltovým mulátem (emulzními pryskyřicemi) (Skládal et al. 1972).

3.3.3.1 Mulčovací materiály

Materiály můžeme rozdělit na 2 základní skupiny, a to organické a anorganické (Carlson 2001).

Mezi anorganické materiály využívané pro povrchové mulčování lze řadit štěrk, drcené plasty, drcenou lávu nebo geotextilie (Carlson 2001). U brambor se nejvíce nabízejí mulčovací materiály jako černé netkané textilie, mulčovací fólie, popřípadě biodegradibilní fólie (Dvořák et al. 2013b).

Rozdíl oproti organickým materiálům je v nerozkladnosti, a tudíž se nemusí v průběhu vegetace doplňovat. Naopak jejich nevýhodou je, že nedodávají organický materiál do půdy a musejí se před sklizní odstranit (Carlson 2001). Podle Bonda & Grundyho (2001) se však takové mulčování vyplatí pouze u takových plodin, které vykazují vysokou ekonomickou hodnotu, popřípadě u víceletých rostlin, u kterých mulč zůstane účinný i několik let.

Častý anorganický materiál využívaný v ekologickém zemědělství je například černá polypropylenová textilie, která slouží hlavně k regulaci plevelů. Nechájí se využívat různé barevné typy v provedení hnědé, modré, bíločerné nebo černé barvy (Bond & Grundy 2001), avšak jejich použití je omezené spíše na víceleté plodiny (Dvořák et al. 2009c). Kromě redukce plevelů mají černé netkané textilie a fólie také vliv na teplotu půdy a obsah vody v půdě. Podle Dvořáka et al. (2009c) má textilie v bramborách pozitivní vliv na teplotu půdy v hloubce 100 mm, což pozitivně působí na rychlejší vzejití rostlin. Má také dobrý vliv na vyšší množství vody v půdě a vlhkost půdy. Avšak negativum se projevuje ve výnosu, který byl v jeho pokusech v průměru o 1,4 t/ha menší oproti kontrole bez mulče.

Polyetylenová fólie (PE-folie) patří k dalšímu druhu mulčovacích materiálů, které se kromě brambor uplatňují hlavně u víceletých rostlin. I přesto poskytuje rostlinám řadu výhod, a to tím, že urychlují proces ohřívání půdy pod fólií, což má dobrý vliv na vývoj a růst rostlin. Zadržuje také vodu v delším období sucha, zabraňuje kolísání teplot do hloubky půdy 20–30 cm, zlepšuje se dostupnost a celkový příjem živin, udržuje strukturu půdy, zkracuje dobu klíčení, ale také omezuje erozi půdy větrem a vodou. Mezi další výhody lze uvést také delší použitelnost PE-folií, kdy díky vysoké trvanlivosti dokážou na stanovišti vydržet 2–3 roky. PE-folie se vyrábějí v několika barevných modifikacích, které se využívají podle klimatických podmínek. Tmavší folie zvyšují teplotu půdy, zatímco světlejší typy minimalizují teplotní změny (Moreno & Moreno 2008). Z pokusů Flohrové (1992) bylo prokázáno, že 2 dny po závlaze obsahovala půda zakrytá PE-folií o 54 % více vody oproti nemulčované variantě. Plastové fólie jsou však do jisté míry negativní vůči životnímu prostředí a zemědělci velice často už neřeší další recyklaci po pořízení, kdy zůstává tento odpad na polích, případně se po použití spaluje a v lepších případech se vyváží na skládky (Moreno & Moreno 2008).

Biodegradabilní fólie jsou novým kandidátem, který by měl zastat funkci klasických plastových fólií a vyřešit tak problémy s odstraněním a likvidací plastů. Pro představu se použití PE-folií celosvětově odhaduje na 700 000 tun ročně. Biologicky odbouratelné fólie dokážou projít dvěma způsoby degradace, a to fotodegradací (sluneční záření) či biodegradací (půdní bakterie, houby a řasy), kdy se v důsledku jedné z expozic stávají křehčími, až se nakonec rozpadnou. Trvanlivost fólií se přizpůsobuje druhu plodiny a podle klimatických podmínek v daném vegetačním roce, kdy by měly vydržet 2–6 měsíců. Po sklizni plodiny existují různé způsoby likvidace, buď je uložit na skládku, zkompostovat nebo fólii přímo zaorat na poli (Kijchavengkul et al. 2008).

Druhou možností mulče mohou být organické materiály, které nejčastěji pocházejí z rostlinného původu. Může se jednat o jehličí, listí, trávu, kůru, dřevní štěpku nebo slámu (Carlson 2001). Oproti anorganickým materiálům má organický mulč přímý vliv na půdu, kde ovlivňuje půdní strukturu a mikrobiální aktivitu. Navíc organické materiály nejsou tak ekonomicky náročné jako syntetické materiály (přípravky) a mohou eliminovat potřebu pesticidů (Waheed et al. 2023). Jejich negativem je však životnost a musí být častěji doplňovány. Životnost je různá a vychází z použitého materiálu, kdy dřevní materiály se rozkládají pomaleji než bylinný materiál, ale také z povětrnostních podmínek v daném roce (Carlson 2001). Kromě toho přirozené fytotoxiny vyskytující se při rozkladu organické hmoty mohou nejen inhibovat růst plevelů, ale také i růst samotných plodin (Bond & Grundy 2001).

Mezi nejčastěji používaný organický mulč lze řadit slámu, která nabízí slušnou ochranu vůči půdní erozi, plevelům a ochraně proti mrazu, kdy funguje jako dobrý izolant a snižuje tak teplotní rozdíly během sezóny (Waheed et al. 2023). Navíc je její aplikace jednoduchá. Sláma může být využívána z různých druhů obilovin, ať už ozimé/ jarní pšenice, ovesa nebo jarního/ ozimého ječmene, kukuřice či rýže. Z hlediska půdního zdraví bylo zjištěno, že mulčování slámou (20 t/ha) v bramborách dokáže udržet o 6 % vyšší vlhkost půdy oproti nemulčované variantě, a to z důvodu lepší infiltrace vody do půdy a sníženého odpařování. Bylo také prokázáno, že mulč ze slámy snižuje rychlost odtoku a erozi půdy, inhibuje tvorbu stružek, což

je docíleno tím, že minimalizuje dopad dešťových kapek, čímž se snižuje rozpad půdních agregátů (Abrantes et al. 2018). Významné snížení eroze v bramborách bylo zaznamenáno také při použití bavlníkové slámy (1,5-2,5 t/ha), kdy se eroze snížila o 80 % a více (Sosnowski et al. 2009). Také Wang et al. (2022) prokázal zvýšenou infiltraci a nejnižší odtok půdy při aplikaci pšeničné slámy, a to při dávce 4,5 t/ha a délce nařezané slámy na 3-5 cm.

Kromě eroze zabraňuje také slámový mulč přenosu viru PVY v bramborách a může zabránit imobilizaci dusičnanů z půdy po sklizni (Waheed et al. 2023). Adamchuk et al. (2016) a Waheed et al. (2023) potom vyzdvihují využití slaměného mulče z hlediska výnosu, které dokázaly být o 30–40 % vyšší oproti neošetřené variantě, a navíc se ukázal pozitivní vliv na tvar a menší počet deformovaných hlíz.

Další mulčovací variantou je posečená tráva, kterou je vhodné rozdrtit a nanášet ve vrstvě 5 centimetrů (Relf & McDaniel 2020). Dávky přesahující 10 t/ha a více už působí negativně, kdy se snižuje výnos a půdní klima je chladnější (Dvořák et al. 2009b). Ideální je využívat zaschlou trávu, která oproti čerstvé zelené biomase nevydává nadměrné teplo, nepříjemný zápach a její rozklad není tak rychlý jako při aplikaci v čerstvém stavu. Avšak určitý podíl čerstvě nasekané trávy může po rozkladu posloužit jako dávka dusíku a vytvářet jemný humus. Při aplikaci je vhodné se vyhnout drnům a travám se semeny, kterými si lze porost v budoucnu zaplevelit. V případě ekologického zemědělství je rovněž důležité se vyhnout travnaté hmotě ošetřené herbicidy (Relf & McDaniel 2020).

Dvořák et al. (2009b), který prováděl pokusy s travní biomasou v bramborách pěstovaných v ekologickém režimu ve vrstvě 2,5 cm, a to s aplikací po výsadbě v jedné variantě a aplikací po druhé okopávce ve variantě druhé uvádí, že aplikace travního mulče po výsadbě snížila zaplevelení o 67,6 % a aplikace po druhé okopávce už pouze o 39,2 % oproti kontrolní variantě (mechanická kultivace). To samé potvrdil u výnosu, kdy aplikace v první variantě zvýšila výnos o 59 % (o 9,3 t/ha), u druhé varianty nebyl zvýšený výnos významný.

3.3.4 Aplikace mulčovacího materiálu

Aplikace mulčovacího materiálu v bramborách se odvíjí od termínu výsadby, způsobu aplikace, typu mulče a půdního druhu. Termínově lze rozdělit aplikaci, a to buď ihned po výsadbě nebo těsně před vzejitím porostu (konec května až počátkem června) (Edwards et al. 2000; Dvořák et al. 2013a).

Výška aplikovaného materiálu se odvíjí také od půdního druhu, který se na daném pozemku nachází. Měli bychom se držet zásady, že čím jílovitější půda, tím menší vrstva mulče. Na půdách s dobrou propustností a vsakováním vody minimálně 20-50 mm/h je vhodné aplikovat 5-10 cm mulče. Naopak na hůře propustných půdách je ideální aplikovat do vrstvy 5 cm, která bude sloužit k regulaci plevelů. Pokud se aplikuje příliš vysoká vrstva mulče, dochází potom na těžších půdách k zhoršování vlhkostních podmínek.

3.3.4.1 Aplikace kompostu jako mulče

Postup aplikace se skládá z 2, respektive 3 operací, tj. nákup kompostu (může být vlastní), nakládání a rozmetání. Můžeme využívat mechanizaci na statková hnojiva jako jsou rozmetadla, ideálně s vertikální rozmetací hřídelí nebo také rozdružovače balíků a zastýlací vozy. Aplikace je pro zemědělce zdoluhavá a náročná, což je dáno potřebou dodání velkého objemu kompostu na půdu a plánováním zařazení mulčování do plánu hospodaření (Zemánek & Burg 2009).

Celková nákladovost se odvíjí od dodaného množství kompostu na hektar a dopravní vzdálenosti na pole. Pro představu, při zvolené dávce 30 t kompostu/ha, nákupní ceně 400 Kč/t a dopravní vzdálenosti 2 km se cena aplikace bude pohybovat okolo 2410 Kč/ha (Zemánek & Burg 2009). To potvrzuje i Halloran et al. (2013), který vypočetl aplikaci kompostu do porostu brambor na 27 % celkových nákladů při ceně jedné tuny kompostu za 27 \$.

Důležité je také se vyhnout špatně zkompostovaným „zkyslým“ materiálům, jelikož může působit na rostliny toxicky (Carlson 2002).

3.3.5 Povrchové mulčování a jeho vliv na vlastnosti a mikroklima v půdě

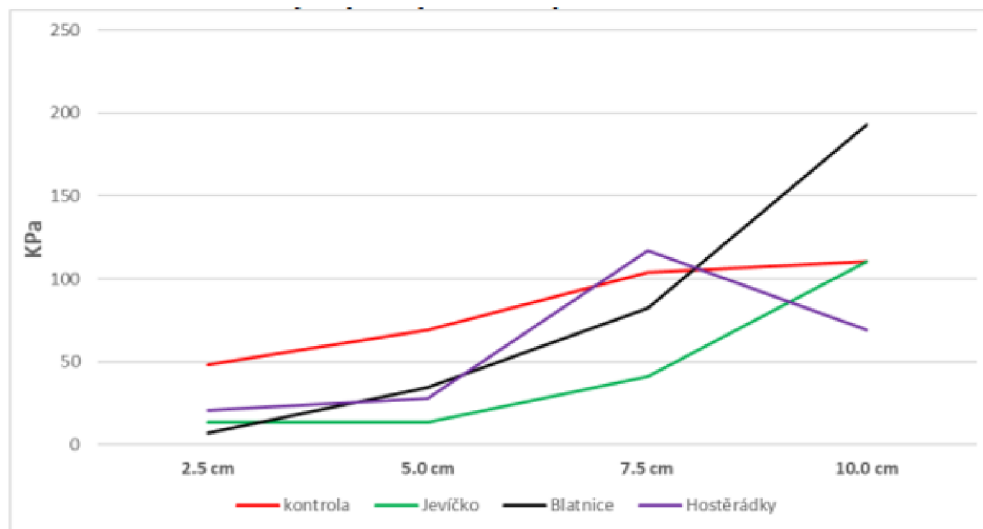
Redukce půdní organické hmoty je další degradační proces, se kterým se ve světě setkáváme. Ta souvisí s odstraňováním ornice zejména kvůli intenzivní kultivaci, která vede k zhoršování půdní struktury (Dimitrov & Kunchera 2015).

Kompost je jedna z forem organické hmoty, která dokáže zlepšovat sorpční schopnost, strukturu půdy, vzdušný či tepelný režim půdy, zvyšovat mikrobiální aktivitu a využitelnost živin. Dalším pozitivem dodání kompostu do půdy je zvýšení provzdušenosti půdy, snižování utuženosti, zlepšuje se také kationtová a výměnná kapacita a drobtovitost půdy, kdy se zvyšováním organické hmoty v půdě narůstá obsah středních pórů a zlepšuje se retenční schopnost (Badalíková 2019).

Problémem však zůstává vyhláška č. 229/2017 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv, která nařizuje zapravení organických hnojiv (tedy i kompostu) do půdy nejpozději do 48 hodin. Přichází však otázka, zda by kompost nemohl působit i v povrchové vrstvě půdy, kde by se mohl podílet hlavně na snížení utužení a omezení půdního škraloupu (Král & Dvořák 2022).

Je také dobře známo, že mulčování kompostem může chránit půdu před zhutněním během deště (Reeh & Jensen 2002). Podle Badalíkové (2019) je právě utuženost půdy jedním z problémů současného hospodaření na půdě, kdy se pokusila v čtyřletých pokusech v silážní kukuřici aplikovat povrchově kompost (v dávkách 20 a 40 t/ha), kterým se dokázala snížit utuženost půdy oproti neošetřené variantě. To potvrzuje i Král & Dvořák (2022) podle naměřených hodnot penetrometrického odporu půdy, kdy z dat měření vedla aplikace 3 druhů

kompostu v bramborách k snížení utuženosti půdy v hrůbku a následně lepší infiltraci srážek a vytvoření horších podmínek pro tvorbu půdního škraloupu (viz. Graf 1).



Graf 1. Penetrometrický odpor v povrchové vrstvě půdy po aplikaci 3 druhů kompostu (Jevíčko, Blatnice a V. Hostěrádky) (Král & Dvořák 2022).

Tříleté pokusy Edwardse et al. (2000) v bramborách dokazují, že aplikace kompostu v dávce 15 t/ha zvýšila obsah vody v půdě, a to o 6–7 %, což mělo za následek snížení penetračního odporu o 20 %, a tím i pozitivní vliv na zmírnění utuženosti půdy a zlepšení stability půdních agregátů. Mulčování kompostem doporučuje také Eibl et al. (2014), a to především v oblastech, kde se často vyskytuje negativní vliv sucha. Účinek aplikovaného kompostu potvrzuje i Cogger et al. (2008), který zkoumal zhutnění půdy při aplikaci zapraveného i mulčovaného kompostu. Oba typy vykazovaly nižší hodnoty zhutnění půdy oproti kontrole bez pokryvu, přičemž lepších výsledků dosáhla varianta se zapraveným kompostem.

3.3.6 Povrchové mulčování a jeho vliv na edafon

Aplikace kompostu podporuje aktivitu půdních mikroorganismů a enzymů, která úzce souvisí s úrodností půdy (Eibl et al. 2014). Mikrobiální biomasa totiž v organické hmotě tvoří 2-3 % organického uhlíku (García-Gil et al. 2000).

Činností mikroorganismů dochází k rozvoji organicko – minerálního komplexu, tedy mineralizaci organických prvků jako je uhlík, dusík, fosfor a síra (García-Gil et al. 2000; Eibl et al. 2014), ale také lepšímu příjmu a využití vody rostlinami (Eibl et al. 2013).

Negativum kompostu však tvoří těžké kovy, zejména u kompostů z komunálního odpadu, které snižují podíl mikrobiální biomasy v celkové organické hmotě půdy, nejvyšší zatížení půdy bývá prvky zinku, mědi a olova (García-Gil et al. 2000).

Waheed et al. (2023) došel ve svých pokusech mulčováním slámou v bramborách k výsledku, že mulčování vedlo také k zvětšení různých půdních mikroorganismů, což přispělo k vytvoření trvalejšího a robustnějšího ekosystému v půdě. Neovlivnila však půdní mikrobiální aktivitu.

3.3.7 Povrchové mulčování a jeho vliv na erozi

Půda je omezený zdroj důležitý pro produkci potravin, regulaci vody a živin, zvyšování biodiverzity či regulaci klimatu. Přesto jsou půdy po celém světě neustále degradovány v důsledku populačního růstu, ekonomického rozvoje, klimatických změn nebo právě půdní erozi. Půdní eroze je přes všechny vyjmenované činitele nejhlavnější formou degradace půdy a postihuje více než 1 miliardu hektarů, ať už ve formě vodní nebo větrné eroze (Panagos et al. 2020).

Země po celém světě se stále častěji setkávají s výskytem extrémních srážek a obdobím sucha, s čímž do jisté míry souvisí i nerovnoměrné rozložení srážek v průběhu roku (Madsen et al. 2014). V České republice je problém vodní eroze na více než 50 % orné půdy. Výskyt přívalových dešťů je nepravidelný a těžko předvídatelný, přesto lze alespoň konstatovat, že jejich nejvyšší pravděpodobnost je v období od května do srpna (Hůla et al. 2010a). Problém také nastává po dlouhém období sucha, kdy přichází velké množství srážek a vysušená půda nemůže být schopna vodu infiltrovat, což vede k odtékání vody z polních pozemků (Wang et al. 2015).

Obecně odolnost půd závisí na zrnitostním složení (mezi nejohroženější patří lehké půdy), struktuře půdy, stupni utužení, vlhkosti půdy, sklonitosti, ale také častější zastoupení širokořádkových kultur s konvenčním zpracováním (Hůla et al. 2010b).

Eroze je přírodní proces, který nelze zastavit. Lze ji rozdělit na erozi normální a erozi zrychlenou. Zatímco normální eroze je přirozená, probíhá postupně a je prakticky nepozorovatelná, potom eroze zrychlená je způsobována lidskou činností, a to v takovém rozsahu, že smývá půdní částice rychleji, než mohou být půdotvorným procesem nahrazeny (MZe 2011).

Janeček (2012) dodává, že přípustná ztráta půdy zapříčiněná vodní erozí se odvíjí od hloubky, druhu a typu půdy. Lehké, mělké půdy do 30 cm hloubky doporučuje převést do trvalých travních porostů, u středně hlubokých půd nad 30 cm určuje přípustnou hodnotu eroze do 4 t/ha. Zahradníček et al. (2018) pak tvrdí, že se přípustné hodnoty eroze pohybují od 0,5-2 t/ha a za erozní srážku považuje den, kdy denní úhrn srážek přesáhne hodnotu 12,5 mm.

Existuje několik možností, jak se vyvarovat eroznímu ohrožení v porostu brambor, a to například nahrazením orby kypřením, čímž se rostlinný materiál předplodiny nedostává tak hluboko do půdy, a do takto zkypaného mulče se sází na jaře brambory. Další možností je sázení brambor do zaoraného jetele, kdy zbylá organická hmota po orbě vytváří ideální strukturu půdy vůči erozi. Využit lze také techniky hrázkování v meziřadí, kdy se vytvářejí

akumulační prostory pro zachycení vody a půdy přímo na pozemku. Podobnou technologií hrázkování je také důlkování. Místo hrázek se v meziřadí vytváří ve vzdálenosti 30–40 cm důlky, které omezují povrchový odtok a zvyšují infiltraci vody. Vhodné je vytvořit asi 28 000 důlků na 1 ha o objemu 2 litrů/ 1 důlek. Důlkování se provádí po výsadbě speciálním strojem, tzv. důlkovačem, který je možný dodat na sazeč (Janeček 2012).

Je potřeba přicházet s alternativami, které podpoří problémy eroze vyřešit. A právě další možností, jak zmírnit odtok a ztrátu půdy může být povrchová pokrývka půdy, která dokáže v případě vodní eroze nejen chránit půdní strukturu a snížit smyv půdy (Gholami et al. 2013). Zakrytí povrchu mulčem z kompostu zvyšuje míru infiltrace, a to tak že se minimalizuje tvorba krust, zvyšuje se počet makropórů a celkově se zlepšuje struktura půdy před dopadem dešťových kapek (Bhattarai et al. 2011).

Nejčastější problém eroze je převážně u širokořádkových plodin, jako jsou brambory, které jsou k erozi nejvíce náchylné v raných fázích vegetace, kdy porost není zcela zapojený (Král et al. 2020).

Podle Krále et al. (2020), který zkoumal půdní smyvy v porostu brambor dokázal zjistit, že mulčování kompostem v dávce 20 t/ha, dokázalo snížit ztrátu půdy o 52,8 % oproti neošetřené kontrolní ploše. Obdobných výsledků dosáhl také Niziolomski et al. (2020), kteří sledovali reakci kompostu jako mulče v porostu chřestu, kde v jedné variantě aplikovali do meziřadí ve vrstvě 15 mm 8 t kompostu na 1 hektar (což odpovídalo 180 kg N/ha/rok) a v druhé variantě ve vrstvě 35 mm 18 t kompostu. Bylo zjištěno že kompostovaný mulč v dávce 18 t dokázal snížit odtokový sediment o 33 %. U dávky 8 t/ha se ochrana neprokázala, jelikož byla vrstva velice malá, jemné částice kompostu byly smyty a nebyla tak zachována dostatečná vrstva.

Naopak významnějších výsledků se dosáhlo v porostu brambor u mulčování slámou, kdy v dávce 4,5 t/ha se ztráta půdy omezila o 71,9 % (Edwards 2010). V dalších pokusech Edwardse et al. (2000) neměl kompost žádný vliv na ztrátu půdy a opět se potvrdila vyšší efektivnost u mulčování slámou, tentokrát se snížením eroze o 50 %.

O mulčování kompostem se zajímal také Dimitrov & Kuncheva (2015), kteří ve tříletém pokusu v porostu pšenice pěstované ve svahu (8,7 %) došli k závěrům, že mulčovaný kompost dokázal zachytit daleko více odplavené půdy oproti setí pšenice v klasické konvenční technologii. Z varianty s kompostem se průměrné roční množství erodované půdy pohybovalo na 683,8 kg/ ha, oproti konvenční technologii, u které bylo spočítáno 1377,3 kg/ ha. Zaměřili se také na množství ztrát dostupných forem živin dusíku (NO_3^- a NH_4^+), fosforu (P_2O_5) a draslíku (K_2O), kde zjistili že u varianty s kompostem jsou 2,5× až 4× nižší ztráty těchto živin než u konvenční technologie.

3.3.8 Povrchové mulčování a jeho vliv na zaplevelení porostu

Mulčování obecně snižuje růst plevelů tím, že znevýhodňuje podmínky pro klíčení a tvoří mechanickou bariéru pro vzcházející plevele. Silná vrstva mulče je obzvláště účinná proti jednoletým plevelům, kdežto vytrvalé plevele si nakonec cestu skrz mulč najdou (Relf & McDaniel 2004). Podle Ligneau & Watta (1995) bylo vyzkoušeno, že k tomu, aby došlo k zabránění vzcházení jednoletých plevelů, je potřeba alespoň 3 cm vrstva kompostu.

Nejlepší využití mulčovaného kompostu doporučuje Relf & McDaniel (2004) při přezimování víceletých plodin, jako je chřest nebo bobuloviny (angrešt, rybíz). To potvrzuje i Cogger et al. (2008), který ve svých pokusech s keří svídy výběžkaté (*Cornus sericea* L.) došel k závěru, že povrchově aplikovaný kompost snižuje populaci plevelů pouze přibližně první tři měsíce od jeho aplikace.

Podle Dvořáka et al. (2012), který zkoumal travní mulč v porostu brambor dochází k závěru, že aplikace trávy dokázala snížit biomasu plevelů o 67,6 %, oproti kontrolní variantě (holá půda). Prokázal také, že aplikace travního mulče po výsadbě má lepší efektivitu v regulaci plevelů než aplikace před vzejitím porostu.

3.3.9 Povrchové mulčování a jeho vliv na výživný stav rostlin

Rostlinná výživa a výrazné snížení nákladů na hnojení je další hodnota, kterou můžeme kompostu při mulčování připsat. Podle Hallorana et al. (2013) lze při aplikaci vyzrálého kompostu ve vrstvě 2,5 cm obsahujícího 1 % P_2O_5 přidat až 840 kg fosforu/ha. To platí i pro draslík, který je z vyzrálého kompostu mnohem dostupnější pro rostliny než z některých průmyslových hnojiv.

Z tříletých pokusů Dimitrova & Kunchevy (2015), kteří zkoumali vliv mulčování kompostem v pšenici došli k závěru, že po aplikaci kompostu porost vykazuje v hodnotách anorganického dusíku, dostupném P_2O_5 a dostupném K_2O vyšší průměrné hodnoty oproti variantám setí pšenice v konvenční technologii. Zatímco hodnoty v kontrolní variantě se ve fázi maximálního růstu pohybovaly u dusíku 31,07 mg/g, u fosforu 10,86 mg/g a u draslíku 28 mg/g, potom v variantě s mulčovaným kompostem dosahovali hodnoty u dusíku 65,75 mg/g, u fosforu 22,54 mg/g a u draslíku 37,47 mg/g. Ve fázi sklizně byly rozdíly mezi těmito prvky už nižší, přesto nejvyšší hodnoty stále převažovali u varianty s kompostem.

Výživný stav, který do jisté míry ovlivňuje dostupnost živin, vlhkostní a teplotní podmínky půdy lze dokumentovat obsahem chlorofylu, který může být predikcí pro výnos. Král & Dvořák (2022) tento vztah zkoumali u působení mulčovaného kompostu na rostliny, kde se zjišťovali hodnoty chlorofylu v listech (SPAD). Výsledky ukázaly, že brambory mulčované kompostem vykázaly vyšší, byť nepatrné rozdíly oproti kontrolní variantě bez mulče.

U pokusů v bramborách s travním mulčem (aplikace po výsadbě a aplikace před vzejitím) a mulčovací textilí v letech 2008–2012 ve dvou oblastech (ŘVO a BVO) bylo

dokázáno Dvořákem et al. (2013a), že nejvyšších hodnot SPAD dosahoval travní mulč aplikovaný po výsadbě, oproti nemulčované kontrole či mulčovací textilií.

3.3.10 Povrchové mulčování a jeho vliv na choroby a škůdce

Nejdůležitější faktory ovlivňující tlak chorob a škůdců při aplikaci kompostu jsou materiály obsažené v kompostu, stáří, zralost a celková kvalita kompostu (Plíva et al. 2016).

Dvořák et al. (2009a) z dvouletého pokusu zkoumal výskyt larev mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* S.) u rostlinného mulče, kdy prokázal nižší aktivitu kladení vajíček a poté i menší výskyt larev oproti kontrolní ploše bez mulče či variantě s mulčovací textilií.

Co se týká plísně bramborové (*Phytophthora infestans*), podle Dvořáka et al. (2009a) nemělo mulčování rostlinným mulčem žádný příznivý vliv. Naopak byl zjištěn trend předčasného zničení natě a vyššího procentuálního napadení hlíz. Podle Dvořáka et al. (2013a) jsou rozdíly nejvíce patrné mezi pěstovanými odrůdami a jejich odolností vůči plísni.

3.3.11 Povrchové mulčování a jeho vliv na výnos hlíz a kvalitu hlíz

Ze všech výše vyjmenovaných pozitivních vlastností se mulčování kompostem odráží také do výnosu, což dokazuje Edwards (2010) v porostu brambor, kde prokázal jeho zvýšení. To potvrzuje také Halloran et al. (2013), který potvrzuje zvýšení výnosu o 11 % u zavlažovaných a až o 33 % u nezavlažovaných systémů pěstování brambor.

V tříletém pokusu Edwardse et al. (2000) mulčování kompostem sice mělo vliv na zvýšení obsahu vody v půdě, ale neovlivnil výnos brambor. To vyvrací Král & Dvořák (2022), kteří zaznamenali pozitivní vliv na výnos a velikostní zastoupení hlíz nad 40 mm hned u dvou ze tří druhů kompostů v porovnání s neošetřenou variantou.

V roce 2016 až 2018 v pokusech při ošetření kompostem jako mulče (dávka 20 t/ha) v bramborách prokázal Král et al. (2019) o 10,1 % vyšší výnosy oproti kontrole. Douglas (2004) při svých pokusech dospěl k zvýšenému výnosu o 7 % při aplikaci kompostu před výsadbou brambor.

Dvořák et al. (2012), který sledoval výnos brambor v roce 2008 při aplikaci travního mulče došel k závěru, že výnos byl ovlivněn především mulčem (z 55,9 %) a odrůdou (z 39,2 %). Vyšší výnos (34,7 t/ha) byl potom zjištěn u mulče aplikovaném po zasazení brambor oproti mulči aplikovaném před vzejitím porostu (30,2 t/ha). Celkový výnos konzumních hlíz se zvýšil o 9,3 t/ha, oproti variantě s holou půdou. Zvýšilo se také zastoupení velikostní frakcí hlíz 55–60 mm oproti variantě bez pokryvu (Dvořák et al. 2012).

Mulč může ovlivnit i kvalitu hlíz brambor, kdy v pokusech s travním mulčem v bramborách se projevil pozitivní vliv na zvýšený obsah vitamínu C, kyseliny askorbové a kyseliny chlorogenové a snížený obsah glykoalkaloidů (Dvořák et al. 2009a; Dvořák et al. 2012).

4 Metodika

4.1 Charakteristika stanoviště

Polní pokus a jeho realizace probíhala na DPB 9001/4 (720-1050) Výzkumné stanice v Uhříněvsi, která spadá pod Českou zemědělskou univerzitu v Praze, Fakultu agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedru agroekologie a rostlinné produkce. Stanice se zaměřuje zejména na maloparcelkové pokusy a disponuje přibližně 16 hektary orné půdy, přičemž přibližně 7,2 ha je v ekologickém režimu hospodaření, dle LPIS.

Pozemky se nacházejí v průměrné nadmořské výšce 295 metrů s průměrnou denní teplotou 8,3 °C, kdy nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 18,2 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 575 mm, přičemž v období od dubna do září se úhrn pohybuje okolo 380 mm. Oblast zde spadá do řepařsko-pšeničné až řepařské výrobní oblasti s půdním typem hnědozemě a půdami patřící do skupiny jílovitých hlín. Ornice zde má neutrální půdní reakci a její humusový horizont dosahuje až 700 mm hloubky.

Obrázek 2. Mapa realizovaného maloparcelkového pokusu



(E-agri 2023b).

4.2 Charakteristika meteorologických podmínek během pokusného ročníku

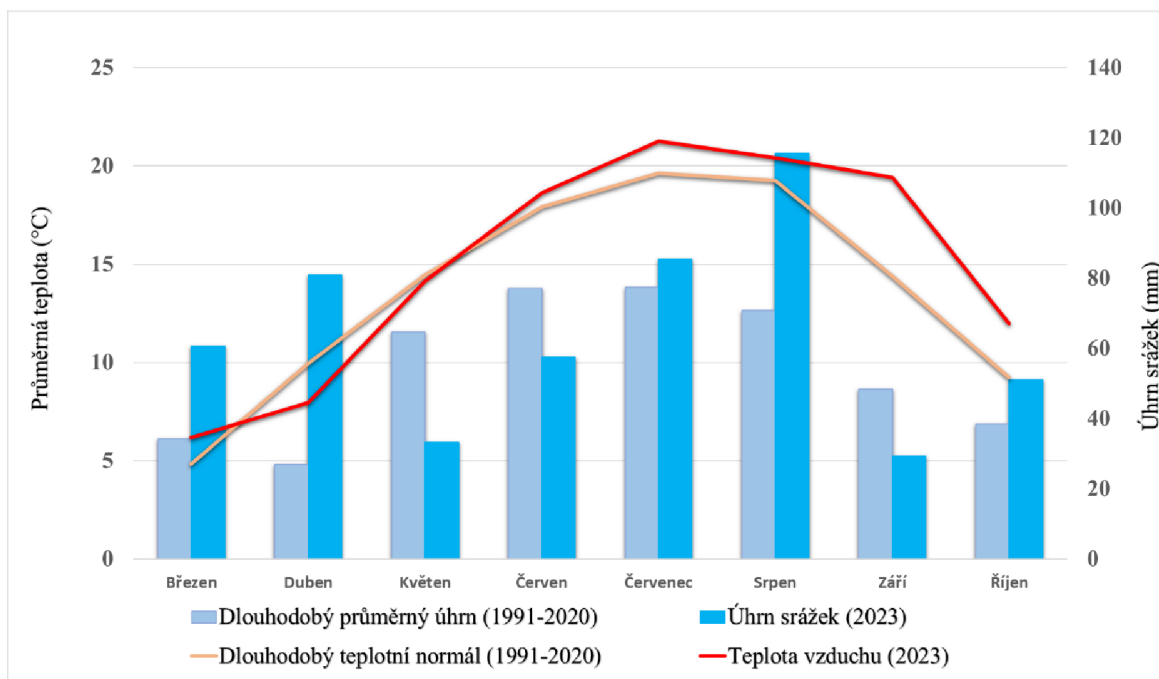
Průběh počasí lze nejlépe ilustrovat přehledem meteorologických dat, které byly získány z meteorologické stanice Stupice, která je vzdálena asi 4 km od pokusného stanoviště. Důvodem využití dat z této stanice byla nefunkčnost meteorologické stanice Výzkumné stanice v Uhřetěvsi. Ze srovnání naměřených dat v roce 2023 a daty dlouhodobého průměru z let 1991-2020 (Tabulka 7 a Graf 2), lze vypožorovat, že se v každém měsíci vyskytovaly odchylky.

V případě teploty vzduchu se kromě měsíců dubna a května jednalo o nadprůměrné teplotní měsíce. Největší odchylka od dlouhodobého normálu se potom vyskytla v měsíci září, kdy průměrná teplota činila 19,42 °C, což bylo 5,03 °C více. Tato teplota sice pro porost brambor mohla působit příznivě, ale již v této době byl porost silně napaden plísní bramborovou.

V zaměření na úhrn srážek lze celé sledované období určit za nadprůměrné. Přesto se však u tří měsíců (květen, červen, září) projevoval srážkový deficit. V zaměření na měsíce červen a červenec, kdy probíhá intenzivní růst hlíz se úhrn srážek pohyboval pod průměrem dlouhodobého normálu, kdy spadlo o 11,45 mm méně, což do jisté míry mohlo způsobit horší výnos. Naopak velice nadprůměrným měsícem se stal srpen. V porovnání s dlouhodobým průměrem od dubna do září je úhrn (384,6 mm), tedy o 4,6 mm vyšší.

Tabulka 7. Průměrné teploty a úhrny srážek v roce 2023 v porovnání s dlouhodobým normálem (1991-2020)

| Měsíc | Dlouhodobý normál (1991-2020) | Teplota vzduchu | Odchylka | Dlouhodobý průměrný úhrn (1991-2020) | Úhrn srážek | Odchylka |
|---------------|-------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | °C | °C | | mm | mm | |
| březen | 4,83 | 6,19 | 1,37 | 34,2 | 60,6 | 26,41 |
| duben | 9,97 | 7,96 | -2,01 | 26,9 | 81,0 | 54,14 |
| květen | 14,47 | 14,13 | -0,34 | 64,7 | 33,3 | -31,45 |
| červen | 17,93 | 18,64 | 0,72 | 77,1 | 57,6 | -19,49 |
| červenec | 19,65 | 21,26 | 1,61 | 77,5 | 85,5 | 8,04 |
| srpen | 19,25 | 20,43 | 1,18 | 70,8 | 115,5 | 44,71 |
| září | 14,39 | 19,42 | 5,03 | 48,4 | 29,3 | -19,1 |
| říjen | 9,24 | 12,00 | 2,76 | 38,4 | 51,00 | 12,62 |
| celkem | 13,72 | 15 | 1,29 | 437,9 | 496,2 | 58,26 |



Graf 2. Průměrné teploty a úhrny srážek v roce 2023 v porovnání s dlouhodobým normálem (1991-2020)

4.3 Metodika polního pokusu

Vlastní pokus začal předkličováním hlíz a následnou ruční výsadbou odrůdy Dicolora a Dominátor, která proběhla 4. 5. 2023. Následný sled činností a sledovaných parametrů je uveden v tabulce 8.

Výsadba byla pro každou odrůdu situována do 6 pokusných dvouřádků (5,4 m²/dvořádek), kdy jednu dvouřádkovou parcelu tvořilo 16 trsů. Následně byl na jednotlivé parcely ručně aplikován povrchově kompost v dávce 30 t/ha ze dvou různých podniků, a to z Blatnice a Velkých Hostěrádek a kontrolní bez kompostu (celkem byly založeny 3 varianty).

Tabulka 8. Přehled operací provedených v agrotechnickém roce pěstování brambor

| Operace | Datum |
|--|--------------|
| Předplodina | Oves setý |
| 1. kypření (dlátový kyprič) | 2.5. |
| 2. kypření (rotavátor) do hloubky 15 cm Shonkování Ruční výsadba brambor | 4.5. |
| Počátek vzházení, proorávka | 5.6. |
| Plné vzejití porostů, aplikace herbicidu Sencor Liquid | 8.6. |
| Aplikace kompostů na povrch | 12.6 |
| Instalace záchytných nádob Hrázkování Instalace půdních čidel 5TE (vlhkost, teplota a elektrická vodivost půdy) | 19.6. |
| Aplikace insekticidu Biscaya (0,2 l/ha) | 22.6. |
| Aplikace fungicidu Flowbrix (2,5 kg/ha) | 27.6. |
| Aplikace fungicidu Ridomil (2,5 kg/ha) + Spintor (0,15 l/ha) | 11.7. |
| Ruční odplevelování | 17.7. |
| Aplikace fungicidu Ridomil (2,5 kg/ha) | 26.7. |
| První odběr záchytných nádob se sedimentem | 31.7. |
| Aplikace fungicidu Acrobat (2 l/ha) | 15.8. |
| Druhý odběr záchytných nádob se sedimentem | 31.8. |
| Měření penetrometrem FieldScout SC 900 | 17-18.8. |
| Odstranění natě mulčováním | 25.9. |
| Třetí odběr záchytných nádob se sedimentem Ruční sklizeň Rozbor sklizených hlíz | 5.10. |

4.4 Charakteristika sledovaných parametrů

Cílem bylo zhodnotit a porovnat vliv dvou druhů kompostů, a to kompostu z Velkých Hostěrádek (KmHO) a kompostu z Blatnice (KmBL) s kontrolní variantou bez kompostu (K) na půdní teplotu a vlhkost, utužení půdy a půdní smyv. Z produkčních ukazatelů poté výnos a hmotnostní zastoupení hlíz ve frakcích pod 40 mm, 40-55 mm, 56-60 mm a nad 60 mm. Veškeré hodnocení mělo probíhat na parcelách odrůdy Dicolora, ovšem z důvodu technických problémů instalovaných půdních čidel jsou parametry (půdní teplota a vlhkost) uvedeny pouze z bloku s odrůdou Dominátor.

4.4.1 Půdní teplota a vlhkost

K měření teploty a vlhkosti půdy byly využity vertikálně zapíchnuté půdní senzory 5TE s datalogerem Decagon EM50 s nastavenou standartní kalibrační rovnicí pro minerální půdu, které kontinuálně od 19.6. snímaly hodnoty půdní teploty, vlhkosti a elektrické vodivosti v intervalu 10 minut v hloubce 0-50 mm, a to až do termínu sklizně. Následně byla data stažena

do počítače pomocí ECHO utility software. Senzory byly instalovány do jednotlivých variant kompostu z Velkých Hostěrádek (KmHO), kompostu z Blatnice (KmBL) a kontrolní varianty bez aplikace kompostu (K). Samotné výsledky pro jednotlivé varianty potom pocházejí pouze z jednoho senzoru.

4.4.2 Utužení půdy

Pro zjištění hodnot povrchového utužení hrůbků brambor byl měřen penetrometrický odpor do hloubky 20 cm v termínu 17. až 18.8., a to ručním penetremetrem FieldScout SC 900-Soil Compaction Meter (Spectrum Technologies, Inc., IL, USA) u odrůdy Dicolora a Dominátor, kdy pro každou pokusnou parcelu byla provedena 2 kontrolní měření.

4.4.3 Půdní smyv

Množství splaveného sedimentu byla hodnocena na bloku s odrůdou Dicolora, kdy byla pro každý pokusný dvojřádek nainstalována zachytná nádoba, do které z plochy 5,4 m² byla zachytávána splavená ornice. V celkovém součtu byly provedeny 3 odběry, kdy 1. odběr proběhl v období do zapojení porostu, 2. odběr v období plného zapojení porostu a 3. odběr před vlastní sklizní v závěru vegetace, kdy porost byl u rané odrůdy Dicolora již značně redukován plísní bramborovou a došlo následně k odstranění natě. Zachycený splavený sediment byl po odebrání zfiltrován, následně vysušen a poté se zjišťovala hmotnost splaveného sedimentu (g/5,4 m²).

4.4.4 Velikostní a hmotnostní zastoupení hlíz

Stanovení počtu a velikostního třídění hlíz na jednotlivé frakce probíhalo v den sklizně. Pro třídění byly použity 3 síta, kterými se hlízy roztřídily do 4 velikostních frakcí, a to: pod 40 mm, 40-55 mm, 56-60 mm a nad 60 mm. Poté se zjišťovala hmotnost hlíz v jednotlivých frakcích a následně byl stanoven výnos.

4.5 Charakteristika použitých odrůd

4.5.1 Dicolora

Dicolora je raná odrůda registrována od roku 2013, kdy jejím udržovatelem VESA Velhartice, a.s. (Čermák 2023). Odrůda určená pro přímý konzum s varným typ A/B má oválný tvar s hladkou, červenostrakatou slupkou, světle žlutou dužninou a průměrnou škrobnatostí okolo 12,6 %. Pro její pěstování vyžaduje humózní půdy s dobrou zásobou živin a kvalitní ochranu proti plísní bramborové. Mezi její přednosti lze zmínit rychlý počáteční růst, velmi dobrou odolnost vůči mechanickému poškození, střední odolnost vůči virovým chorobám a rezistenci k patotypu 1 rakoviny brambor. Výnos tržních hlíz se může pohybovat až okolo 53,0 t/ha⁻¹ a hlízy mají výbornou stolní hodnotu (VESA Velhartice, a.s. 2023; Čermák 2023).

4.5.2 Dominátor

Dominátor je pozdní průmyslová odrůda brambor, která je určená ke zpracování na škrob. Odrůda je registrována od roku 2010 a jejím udržovatelem je taktéž akciová společnost VESA Velhartice. Tvar hlíz je kulovitý až krátce oválný. Barva slupky hlíz je zbarvena do žluté, přičemž dužnina je bílá. Škrobnatost brambor je velmi vysoká a může dosáhnout až 23 % (v průměru okolo 20 %). Průměrný výnos se pohybuje okolo 60,4 t/ha, přičemž výtěžnost škrobu je okolo 12,1 t/ha (Čermák 2023). Přednostmi odrůdy je vysoká odolnost vůči virovým a skládkovým chorobám, plísní bramborové, mechanickému poškození a je také rezistentní vůči háďátku bramborovému patotypu Ro1 (VESA Velhartice, a.s. 2023).

4.6 Charakteristika použitých kompostů

Komposty, které byly využity v pokusu jako mulčovací materiál pocházejí ze dvou různých podniků (kompostáren), konkrétně ProFarm Blatnice a EKOFARMA PROBIO s.r.o. (Velké Hostěradky). Komposty byly na pokusné plochy, resp. na povrch hrůbků ručně rovnoměrně aplikovány v dávce 30 t/ha po výsadbě brambor.

Tabulka 9. Průměrné hodnoty kvalitativních parametrů použitých kompostů.

| Podnik | Sušina | Vlhkost | Spalitelné látky | pH | C:N |
|--------|--------|---------|------------------|------|------|
| | % | % | % | | |
| KmBL | 61,12 | 38,88 | 35,45 | 8,45 | 11,5 |
| KmHO | 66,63 | 33,37 | 27,90 | 7,35 | 9 |

Tabulka 10. Průměrné hodnoty výživových hodnot použitých kompostů

| Podnik | Celkový N | Celkový N | Mg/ MgO | K/K ₂ O | P/P ₂ O ₅ | S |
|--------|-----------|-----------|---------|--------------------|---------------------------------|------|
| | % | mg/kg | g/kg | g/kg | g/kg | g/kg |
| KmBL | 1,52 | 15 200 | 11,00 | 23,00 | 0,49 | 3,55 |
| KmHO | 1,67 | 16 700 | 9,09 | 23,05 | 0,63 | 2,00 |

Tabulka 11. Průměrné hodnoty rizikových prvků v použitých kompostech (mg/kg)

| Podnik | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn |
|--------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| KmBL | 3,74 | 0,39 | 44,75 | 35,90 | 0,07 | 17,30 | 26,20 | 146,50 |
| KmHO | 3,09 | 0,25 | 27,80 | 28,95 | 0,06 | 11,76 | 17,90 | 168,50 |

4.7 Statistické vyhodnocení

Zjištěné výsledky byly ukládány do programu Microsoft Office Excel 2016, kde došlo k zpracování dat a jejich setřídění. Pro statistické vyhodnocení byl použit statistický program SAS, verze 9.4. V případě pozorování penetrometrického odporu byl využit program STATGRAPHICS Centurion XV, verze 15.2.14 (StatPoint, Inc., VA, USA). V programech byla využita analýza rozptylu (ANOVA) a následně podrobné statistické vyhodnocení testem dle Fishera, který vyjadřuje minimální průkaznou diferenci (LSD) na hladině významnosti 95 %.

5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení kvalitativních parametrů použitých kompostů

V rámci pokusu byly hodnoceny kvalitativní parametry použitých kompostů, kdy v jednotlivých podnicích byly odebrány vzorky a provedeny rozborů. Z výsledků (Tabulka 12) je patrné, že oba typy kompostu splňují kvalitativní parametry, přičemž kompost z Blatnice dosahuje vyšších hodnot u všech jednotlivých měření. Při pohledu na parametr index NIRS jsou pak oba komposty vyhodnoceny jako zralý kompost, který je dobře vyzrálý a stabilní.

Tabulka 12. Vyhodnocení kvality kompostů z hlediska kvalitativních parametrů

| Parametr | Vlhkost | | Spalitelné látky | pH | | C:N | Index NIRS |
|-----------------|----------|------|------------------|----------|------|----------|------------|
| Jednotka | % | | % | | | | |
| Limitní hodnota | Min. | Max. | Min. | Min | Max. | Max. | Min. |
| | 30 | 65 | 20 | 6 | 9 | 30 | 6 |
| KmBL | 38,88 | | 35,45 | 8,45 | | 11,5 | 7,55 |
| KmHO | 33,37 | | 27,90 | 7,35 | | 9 | 7,30 |
| Vyhodnocení | Vyhovuje | | Vyhovuje | Vyhovuje | | Vyhovuje | Vyhovuje |

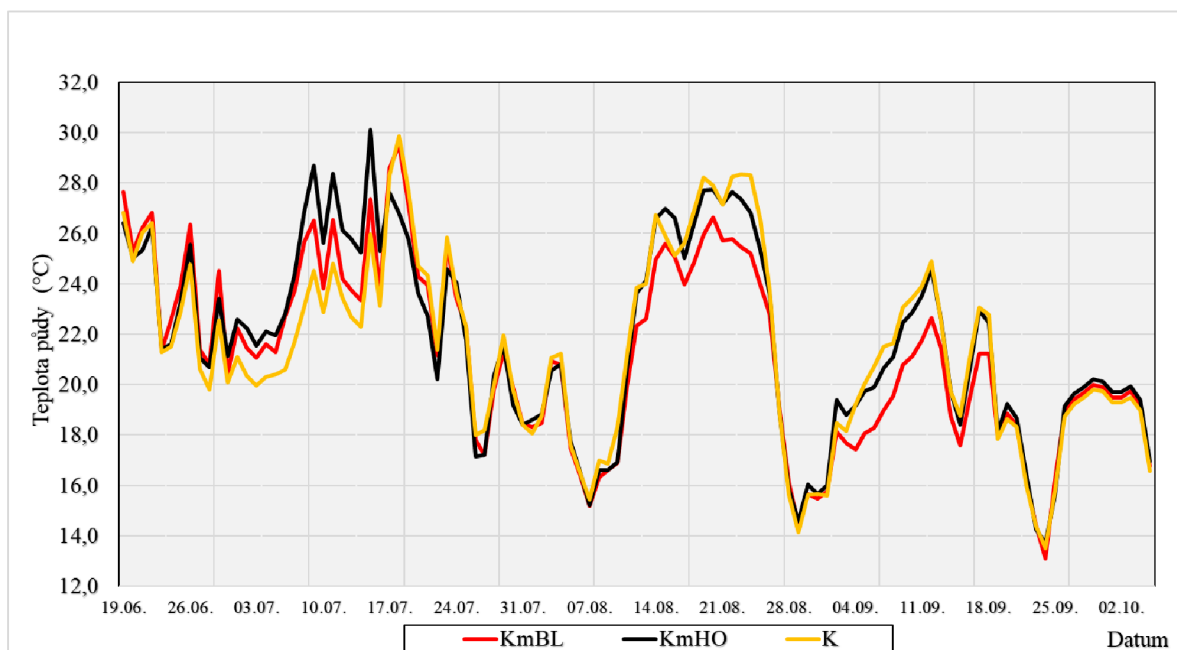
Dále je také nezbytné zhodnotit rizikové prvky (Tabulka 13), které se v kompostu vyskytují. Z provedených rozborů je vidět, že oba typy kompostu byly vyhovující pro použití jak v konvenčním, tak i v ekologicky hospodařícím podniku.

Tabulka 13. Vyhodnocení kompostů z hlediska obsahu rizikových prvků

| Rizikový prvek | As | Cd | Cr (celkový) | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn |
|------------------------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Limitní hodnota | 30 | 2 | 100 | 150 | 1,0 | 50 | 100 | 600 |
| Limitní hodnota pro EZ | 30 | 2 | 70 | 70 | 0,4 | 25 | 45 | 200 |
| KmBL | 3,74 | 0,39 | 44,75 | 35,90 | 0,07 | 17,30 | 26,20 | 146,50 |
| KmHO | 3,09 | 0,25 | 27,80 | 28,95 | 0,06 | 11,76 | 17,90 | 168,50 |
| Vyhodnocení | Splňuje | Splňuje | Splňuje | Splňuje | Splňuje | Splňuje | Splňuje | Splňuje |

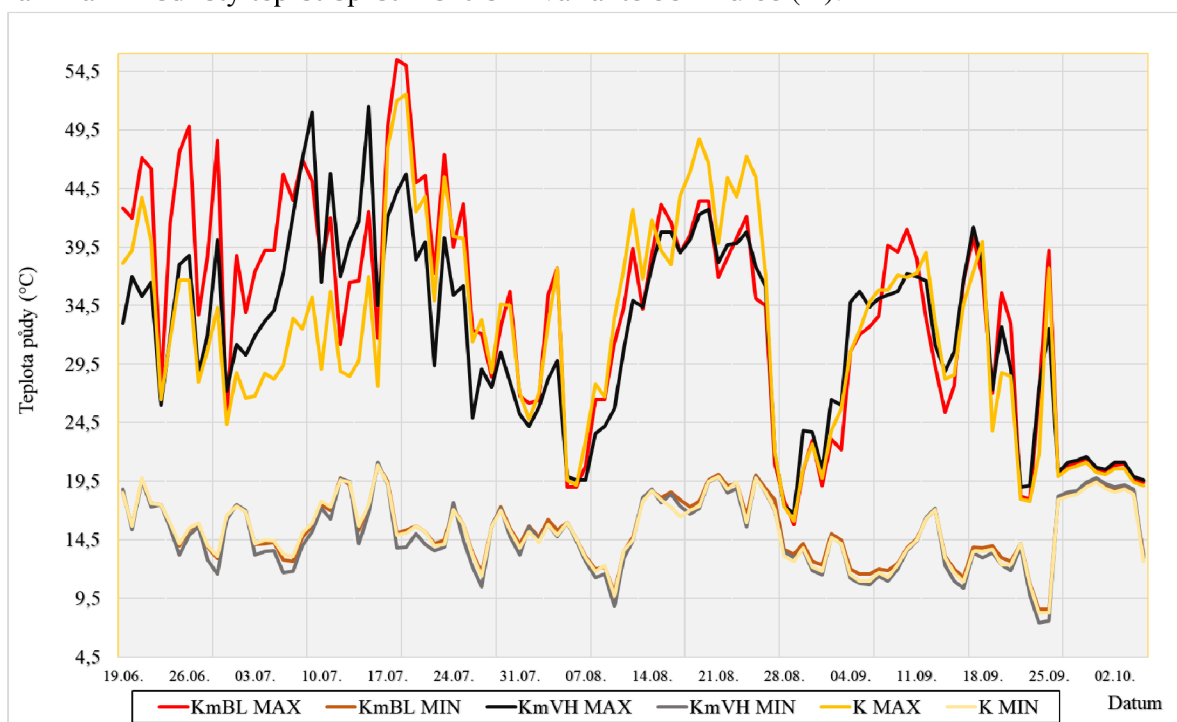
5.2 Vliv aplikace kompostů na mikroklima půdy

Z výsledků dat půdní teploty v hloubce 5 cm u odrůdy Dominátor je vidět, že povrchová aplikace kompostu ovlivňovala její průběh (Graf 3). V období prvního měsíce měření, kdy se porost a nař zapojovala, způsobovaly komposty vyšší teploty půdy. Naopak od počátku srpna do poloviny září dokázaly teplotu půdy mírně snižovat, a to zejména kompost z podniku Blatnice (KmBL). V samotném závěru vegetace, kdy už nadzemní biomasa brambor zasychala dokázaly komposty teplotu půdy opět lehce zvyšovat.



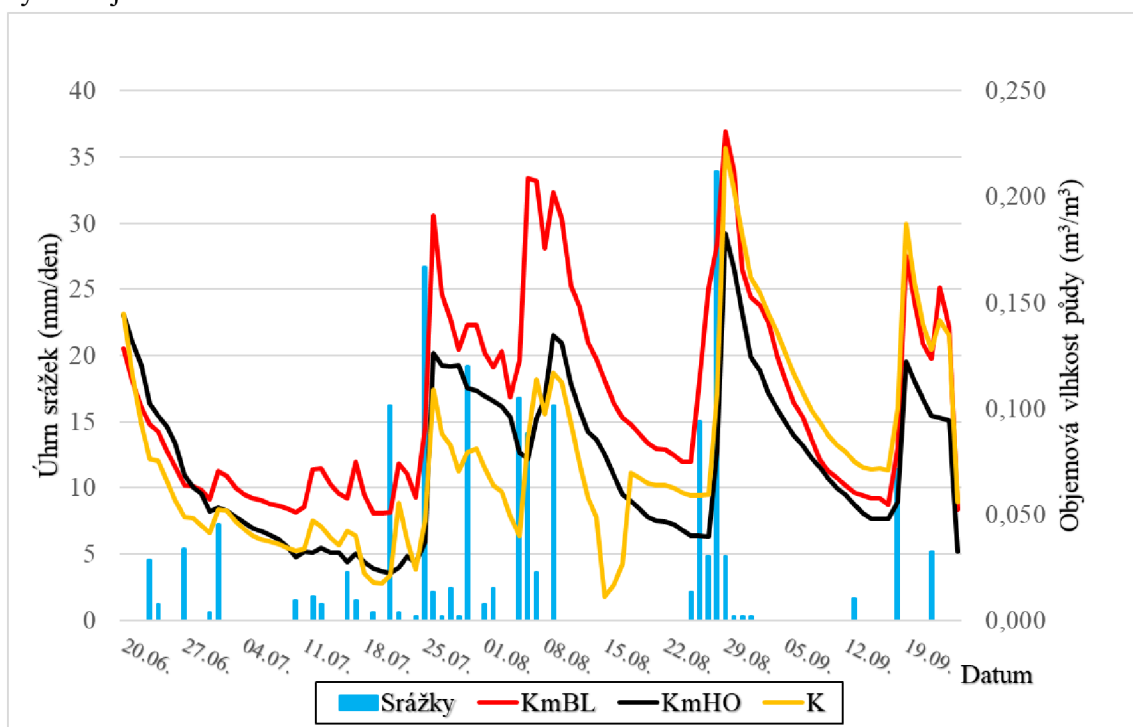
Graf 3. Průměrná teplota půdy (v hlouce 5 cm) během vegetace

Výraznější rozdíly teplot jsou zřejmé z maximálních a minimálních teplot (Graf 4) u sledovaných variant, kdy od počátku měření do druhé poloviny července byly maximální teploty vyšší u variant s komposty a v případě KmBL přesahovaly až hranici 50 °C. V opačném případě komposty v suchém období probíhající v třetí dekádě srpna dokázaly snižovat maximální hodnoty teplot oproti kontrolní variantě bez mulče (K).



Graf 4. Půdní maximální a minimální teplota půdy (v hloubce 5 cm) během vegetace

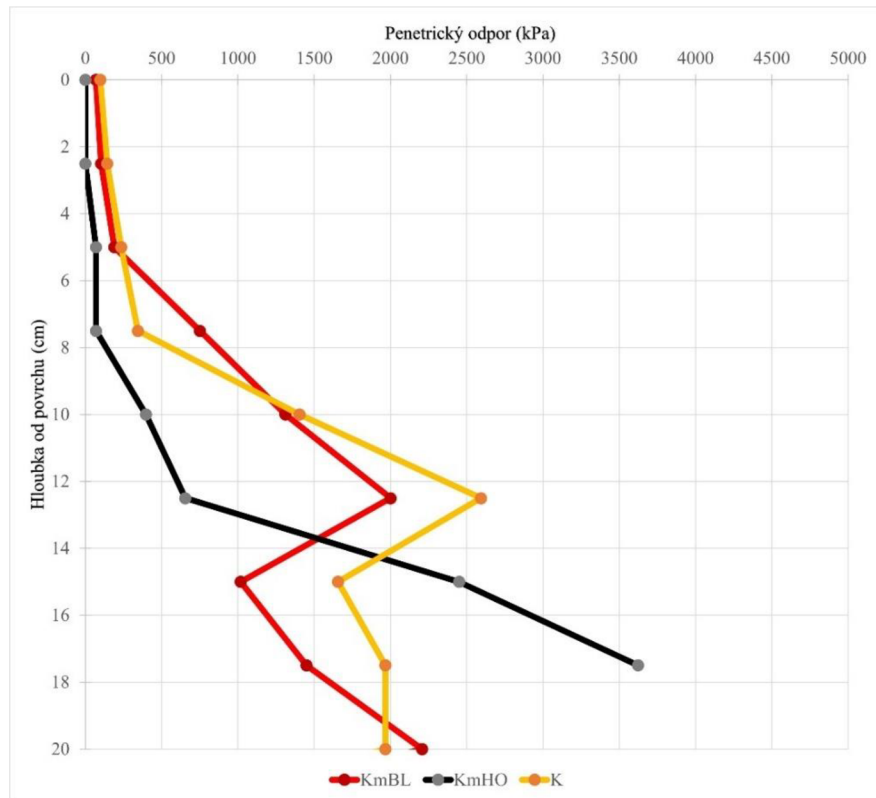
Z výsledků pozorování půdní vlhkosti (Graf 5) je zřejmé, že nejvyšší hodnoty v průběhu celé vegetace byly pozorovány v půdě, kde byl aplikován kompost z Blatnice (KmBL), a to zejména v období od třetí dekády července do třetí dekády měsíce srpna, kdy tento kompost dokázal z intenzivnějšího období dešťů z druhé poloviny července nejvíce ovlivňovat a udržovat vyšší hodnoty půdní vlhkosti, a to zejména přes suché období trvajícím od 8.8. do 22.8., kdy byly hodnoty o 6 % vyšší oproti neošetřené variantě (K). O tomto jevu se však nedá hovořit po druhém období dešťů v čtvrté dekádě srpna, kdy už půdní vláha byla naopak nejvyšší u kontrolní varianty oproti variantám s komposty. Nejnižších hodnot půdní vláhy dosahovala půda po aplikaci kompostu z V. Hostěrádek (KmHO), u které vyjma období dešťů od 25.7. do 8.8. (ve fázi objemového růstu hlíz) a dalšího následujícího týdne se půdní vláha pohybovala vždy na nejnižší úrovni ze všech variant.



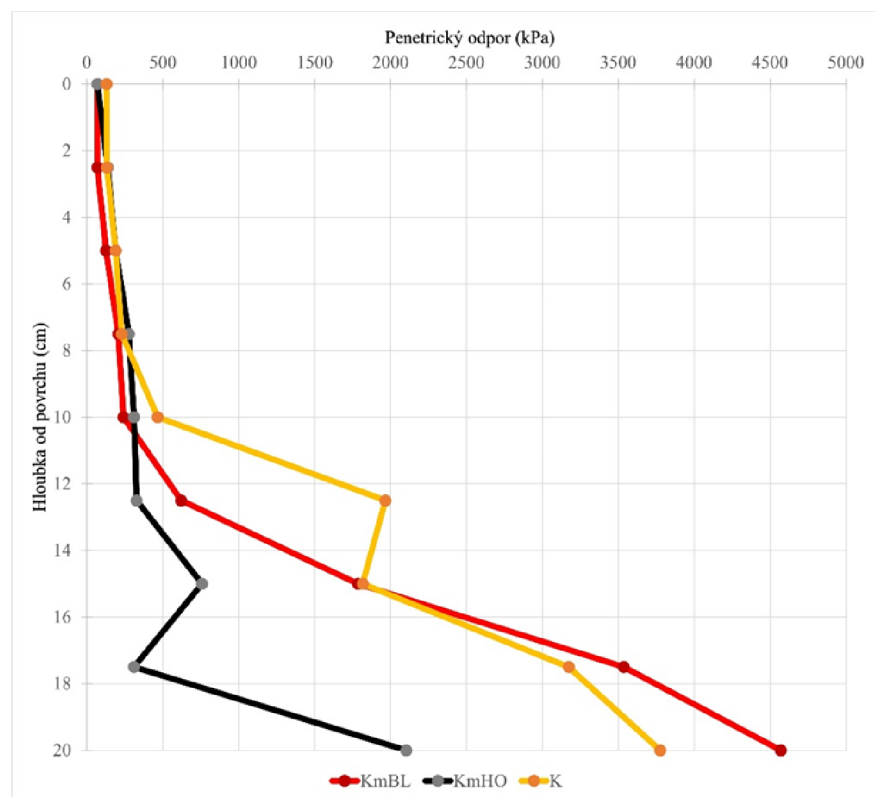
Graf 5. Průměrná půdní vlhkost a denní srážkové úhrny během vegetace

5.3 Vliv aplikace kompostů na utužení půdy

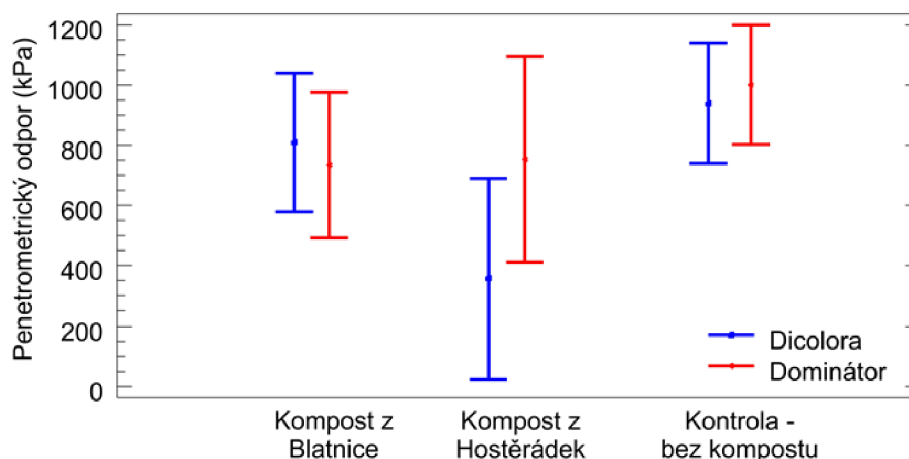
Výsledky, které promítají vliv mulčovaných kompostů u odrůdy Dicolora a Dominátor na utužení půdy v hrůbku jsou patrné z grafů 6 a 7. Zde se ukazuje, že se hodnoty penetrometrického odporu u všech variant ošetření a obou odrůd zvyšují s rostoucí hloubkou. Dále je také vidět, že vždy alespoň jedna varianta s kompostem dosahuje nižších hodnot odporu oproti kontrolní variantě. Zatímco u odrůdy Dicolora vykazuje nejnižší hodnoty odporu (do 10 cm) varianta KmBL, tak u odrůdy Dominátor je to varianta KmHO. Největší rozdíl ve vlivu kompostů v porovnání s variantou bez ošetření (K) je u obou odrůd vidět v hloubce 10-14 cm, kdy komposty vykazovaly nižší hodnoty odporu oproti kontrole. Veškerá data penetrometrického odporu (do 20 cm hloubky) u jednotlivých variant byly statisticky zhodnoceny a významný rozdíl byl pozorován pouze u odrůdy Dicolora mezi KmHO a K, kdy kompost dokázal snižovat penetrometrický odpor (Graf 8).



Graf 6. Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy u odrůdy Dominátor



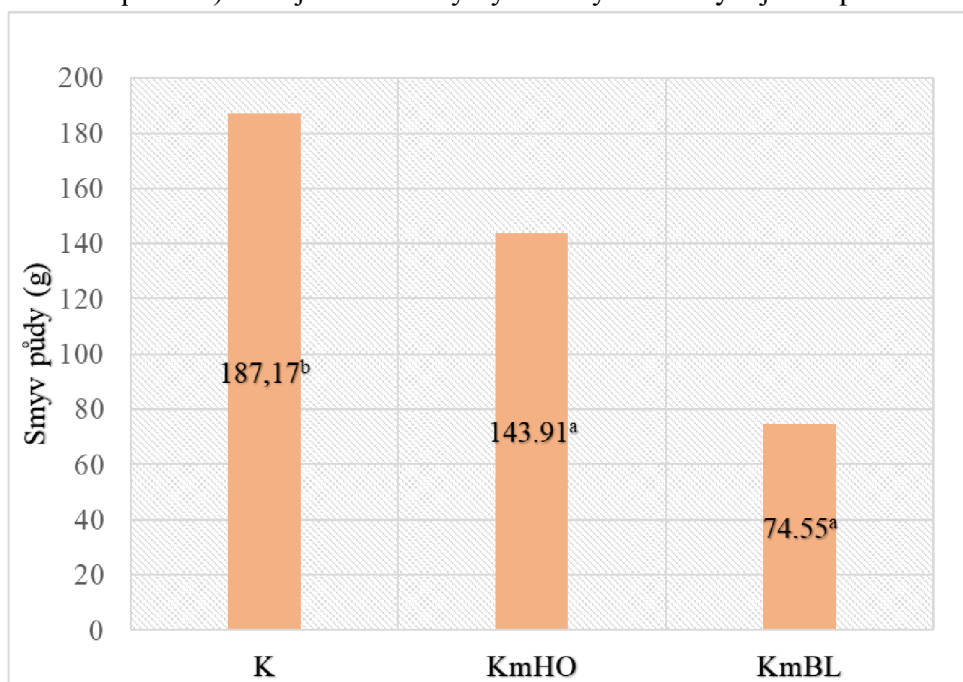
Graf 7. Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy u odrůdy Dicolora



Graf 8. LSD test naměřených hodnot penetrometrického odporu (kPa) u odrůdy Dicolora a Dominátor (stanoveno na hladině významnosti 95 %)

5.4 Vliv aplikace kompostů na půdní smyv

Při zhodnocování účinku snížení erozního efektu (Graf 9) povrchové mulčováním komposty a porovnáním jednotlivých druhů kompostů bylo zjištěno, že nejpozitivnější efekt vykazovala varianta kompostu z Blatnice (KmBL) a následovala ji varianta druhého kompostu z Hostěrádek (KmHO), mezi komposty však v účinku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Největšího smyvu dosahovala varianta kontroly (K), která dosahovala průměrného smyvu 187,17 g půdy z parcely, oproti variantě KmBL, kde byla eroze o 60,1 % nižší a variantě KmHO (o 23,11 % nižší oproti K). Zde již statisticky významný rozdíl byl zjištěn pro oba komposty.



Graf 9. Vliv kompostu jako mulče u odrůdy Dicolora na průměrný smyv půdy (g/parcela) (minimální průkazná diference $LSD_{0,05}$ pro celkový smyv = 67,83)

Pozn.: stejná písmena znamenají statisticky neprůkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %.

Během pokusu v bramborách byly provedeny 3 odběry vzorků v různých fázích vegetace. Z tabulky 14 lze vidět průběh srážek a jejich vliv na smyv půdy. V prvním odběru, který proběhl v období zapojování porostu je patrné, že došlo k největšímu smyvu u varianty bez kompostu, kdy po přepočtu na 1 hektar se jednalo o 142,64 kg. V porovnání s parcelkami s komposty bylo u varianty KmHO naměřeno o 63 % méně smyťého sedimentu a u KmBL dokonce o 85 % kilogramů méně. Rozdíl v působení mezi jednotlivými komposty však nebyl statisticky průkazný. V druhém měření, které probíhalo v období plného zapojení porostu lze konstatovat, že ačkoliv průběh srážek byl největší v celém období měření a suma erozních srážek tvořila 85 % celého úhrnu, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ani jednou variantou, ačkoliv největší průměrné ztráty půdy dosahovala opět varianta K a nejlépe vyšla varianta KmBL, která zde oproti kontrole způsobila o 47 % nižší smyv zeminy. V období třetího odběru je patrné, že k nejvyššímu smyvu došlo právě ke konci vegetace, ačkoliv srážky v tomto období nebyly vysoké a pouze u jednoho dne byly pozorovány erozní srážky. V tomto případě existuje statisticky významný rozdíl pouze u varianty KmBL oproti KmHO a K.

Tabulka 14. Množství zachyceného sedimentu (g/parcela) v jednotlivých odběrech (g/parcela)

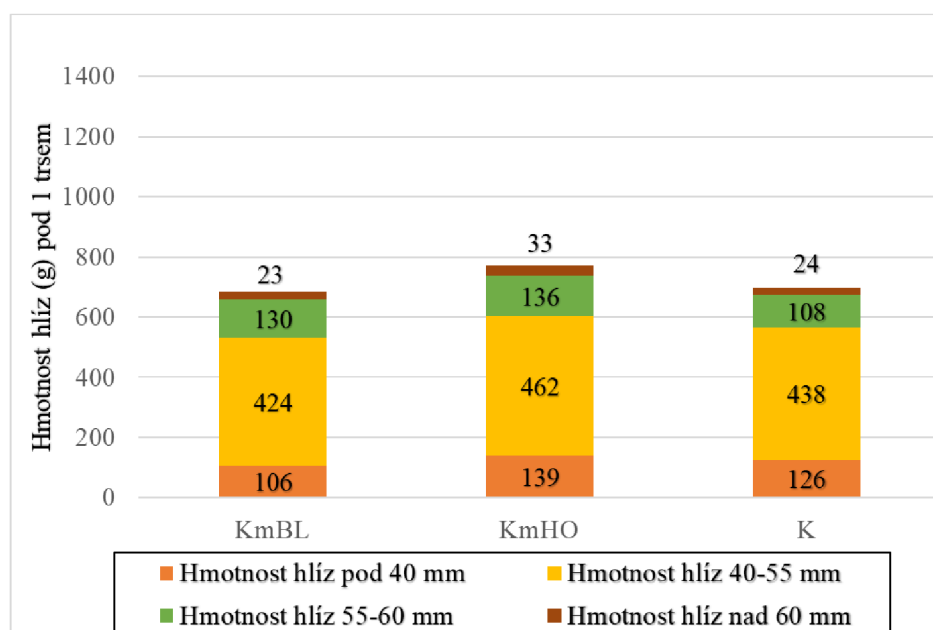
| Varianta | Množství zachyceného sedimentu (g/parcela) | Srážky (mm) | |
|---------------------------|--|--------------|-----------------------------|
| | | Celkový úhrn | Počet/ suma erozních srážek |
| | 46.-87. den od výsadby (41 dní) | | |
| K | 78,88 ^b | 97,2 | 3/62,1 |
| KmHO | 29,32 ^a | | |
| KmBL | 12,24 ^a | | |
| <i>LSD_{0,05}</i> | 44,32 | | |
| | 88.-118. den od výsadby (30 dní) | | |
| K | 23,84 ^a | 115,5 | 5/96,0 |
| KmHO | 22,34 ^a | | |
| KmBL | 12,58 ^a | | |
| <i>LSD_{0,05}</i> | 17,70 | | |
| | 119.-154. dní od výsadby (35 dní) | | |
| KmHO | 95,25 ^b | 29,3 | 1/13,5 |
| K | 84,45 ^b | | |
| KmBL | 49,73 ^a | | |
| <i>LSD_{0,05}</i> | 19,27 | | |

Pozn.: stejná písmena znamenají statisticky neprůkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %.

5.5 Vliv aplikace kompostů na hmotnostní zastoupení hlíz a výnos

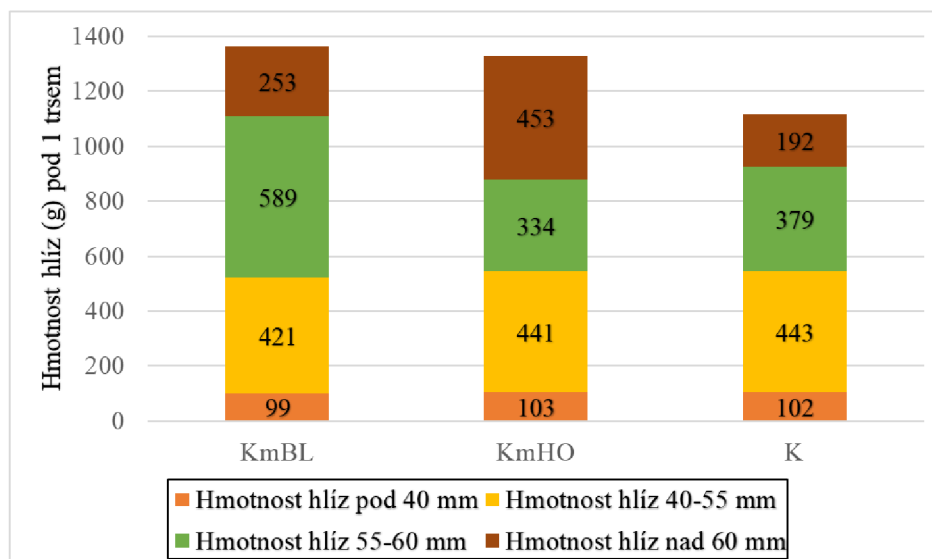
5.5.1 Vliv aplikace kompostů na hmotnost hlíz pod trsem

Změna mikroklimatických podmínek aplikací kompostu jako mulče ovlivnila i produkční parametry. Bylo zjištěno, že u odrůdy Dicolora byla nejvyšší hmotnost hlíz pod 1 trsem (Graf 10) při použití kompostu z Hostěrádek (KmHO), naopak nejnižší u kompostu z Blatnice (KmBL). Je vidět, že výnos je tvořen nejvíce velikostní frakcí 40-55 mm, a naopak nejméně frakcí nad 60 mm. Z velikostní frakce 55-60 mm vyšla nejhůře varianta bez ošetření (K) a skoro se stejným výsledkem pak varianty s komposty. Hmotnost nejmenší frakce pod 40 mm (nekonsumní hlízy) byla pak nejvyšší u varianty KmHO a nejmenší u varianty KmBL.



Graf 10. Porovnání průměrné hmotnosti frakcí u odrůdy Dicolora

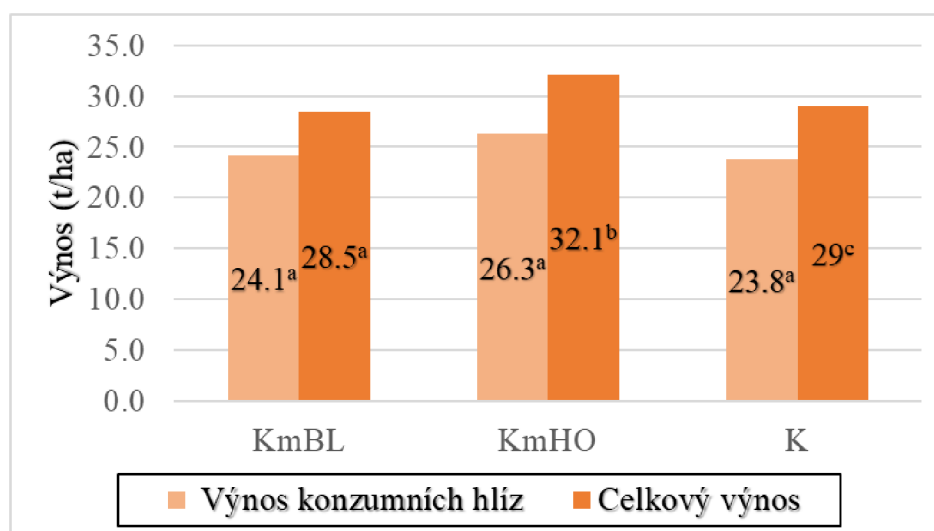
U odrůdy Dominátor je vidět (Graf 11), že nejvyšší hmotnost hlíz pod trsem představuje varianta KmBl, následuje KmHO a nejmenší hmotnosti dosáhla varianta kontroly. Při pozorování jednotlivých frakcí bylo zřejmé, že se nejmenší frakce (pod 40 mm) podílí na výnosu nejméně a hmotnost frakce 40-50 mm byla u všech variant přibližně stejná, přesto však u kontrolní varianty tvořila nejvyšší podíl. To frakce 55-60 mm u varianty KmBL tvořila vůbec nejvyšší podíl z hmotnosti, což se nedalo tvrdit varianty KmHO, kde nejvyšší podíl tvořila největší frakce (nad 60 mm).



Graf 11. Porovnání průměrné hmotnosti frakcí u odrůdy Dominátor

5.5.2 Vliv aplikace kompostů na výnos

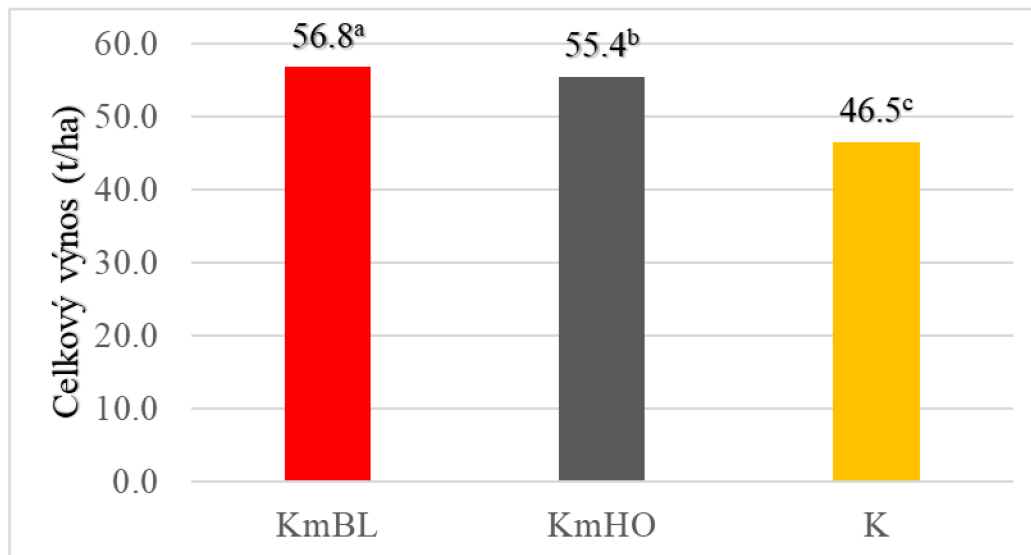
V rámci pokusů byl zhodnocen u jednotlivých odrůd také vliv kompostů na výnos, a to v případě Dicolory jak celkový výnos (včetně frakce pod 40 mm), tak i výnos konzumních hlíz (počítán výnos hlíz s velikostí nad 40 mm). Bylo zjištěno, že nejvyššího celkového výnosu dosáhla varianta s kompostem z podniku V. Hostěrádek (KmHO). Následovala parcela bez ošetření (K) a nejnižší výnos byl zjištěn u kompostu z Blatnice. Mezi všemi variantami ošetření byl zjištěn statistický rozdíl (Graf 12). Při pozorování výnosu konzumních hlíz již nebyly rozdíly při statistickém hodnocení průkazné. Nejlepší výnos konzumních hlíz byl přesto patrný u varianty s kompostem z Blatnice (KmBL). Naopak nejhorší vykazovala varianta kontrolní (K).



Graf 12. Porovnání průměrných výnosů u odrůdy Dicolora (minimální průkazná diference $LSD_{0,05}$ pro celkový výnos=0,40; minimální průkazná diference $LSD_{0,05}$ pro výnos konzumních hlíz=1,32)

Pozn.: stejná písmena znamenají statisticky neprůkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %.

U odrůdy Dominátor byl nejvyšší výnos naopak u varianty KmBL, což představovalo o 18,1 % více oproti kontrole. V případě varianty KmHO byl výnos taktéž vyšší oproti variantě bez aplikace kompostu, a to o 16,1 %. V tomto případě jsou rozdíly výnosů mezi variantami už výraznější a výsledky jsou statisticky průkazné (Graf 13).



Graf 13. Porovnání průměrných výnosů u odrůdy Dominátor (minimální průkazná diference $LSD_{0,05}$ pro celkový výnos=3,78)

Pozn.: stejná písmena znamenají statisticky neprůkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %.

6 Diskuze

6.1 Vliv kompostů jako mulče na mikroklima

Aplikace mulčovaného kompostu působila na teplotu půdy rozdílně, docházelo jak k očekávanému zvyšování teploty půdy, tak naopak ke snižování, kdy byl porost již plně zapojen.

Ze sledování za celou dobu hodnocení byla průměrná půdní teplota kontrolní varianty (K) vyšší oproti variantě kompostu z Blatnice (KmBL), který dokázal snižovat průměrnou teplotu o 0,3 °C. To se nedá říci u KmHO, který naopak průměrnou teplotu zvyšoval, a to o 0,2 °C. Vyšších půdních teplot v porovnání s kontrolou dosáhl také Burg et al. (2022), který uvádí obdobné výsledky ve svých pokusech s mulčovaným kompostem ve vinicích.

Nejvyšších teplot dosahovaly obě varianty s komposty zejména v prvním měsíci měření (19.6. až 19.7.), kdy KmBL způsobilo zvýšení teploty půdy v průměru o 0,9 °C a KmHO dokonce o 1,5 °C oproti kontrole (K). V této počáteční fázi nezapojeného porostu mohla tmavá barva povrchu půdy způsobená aplikovanými komposty zajistit její vyšší zahřátí. Tmavé povrchy lépe pohlcují sluneční záření a tak i hrůbky s tmavým kompostem jsou ohřívány více (hlavně na počátku vegetace, kdy povrch půdy není ještě zakrytý vegetací), což potvrzuje ve svých tříletých pokusech s mulčovaným kompostem v bramborách také Dvořák et al. (2022). Obdobím, kdy komposty dokázaly naopak působit jako tepelný izolátor hrůbku bylo období od 8.8. do 28.8. To díky již přítomné nadzemní biomase brambor, která nedovolovala pronikat záření na povrch půdy v tak vysoké intenzitě, ale také díky vlhkému kompostu, který po intenzivních srážkách dokázal snižovat teplotu vrchní vrstvy půdy.

Použití mulče mělo vliv také na vlhkostní podmínky vrchní vrstvy půdy (do 5 cm), kdy varianty s komposty dokázaly udržovat oproti neošetřené variantě (K) vyšší průměrnou půdní vlhkost až do konce měsíce srpna, což tuto schopnost potvrzuje i Král et al. (2020). V dalším období (od září do sklizně) už komposty však vlhkost zvyšovat nedokázaly, což bylo způsobeno už částečným samozapravením či splavením kompostu v období intenzivních srážek. Je třeba uvést, že rozdíly ve vlhkostech se mohou lišit i umístěním senzoru v porostu, kdy senzor mohl být umístěn příliš blízko u rostliny či dál ve stínu anebo mohlo dojít i k situaci, kdy senzor ztratí kontakt se zeminou (v důsledku objemových změn půdy způsobených vysycháním a opětovným ovlhčením srážkami). Faktem také je, že výsledky pocházejí vždy pouze z jednoho senzoru pro každou variantu a pro přesnější výsledky by bylo potřeba větší počet měřicích míst.

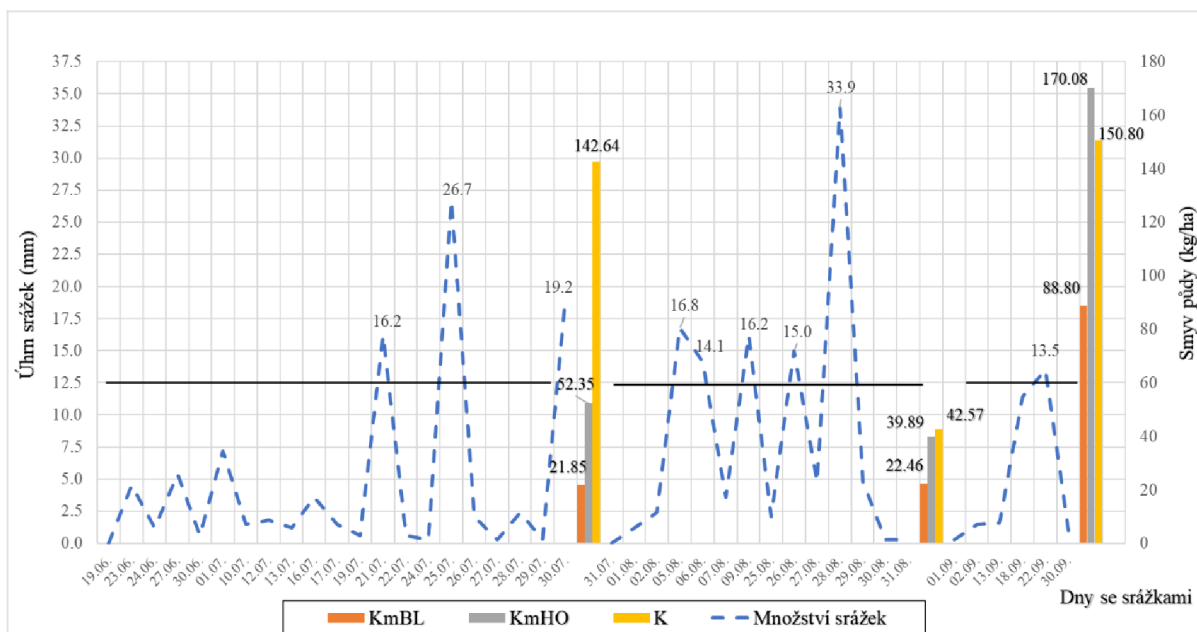
6.2 Vliv kompostů jako mulče na snížení odnosu půdy

Z hlediska vyhodnocení snižování erozního efektu, který je patrný z grafu 14 vychází najevo, že komposty mají pozitivní vliv na intenzitu odnosu zeminy oproti neošetřené variantě (K). Za celou dobu pozorování se jako neúčinnější jeví aplikace kompostu u varianty KmBL, u které jsou u všech pozorování zaznamenány nejnižší hodnoty a dokázala snížit erozi půdy o 59,8 % oproti variantě bez aplikace (K). Klíčové bylo období ještě nezapojeného porostu, kdy jeho účinnost byla nejvyšší oproti pozdějším pozorováním během vegetace. Varianta KmHO pak snížila celkový smyv o 20,8 % oproti kontrole (K). Tyto výsledky potvrzuje také Král et al. (2020), který uvádí snížení eroze mulčovaným kompostem (v dávce 20 t/ha) o 52,8 % oproti neošetřené variantě. Také Niziolomski, et al. (2020) v porostu chřestu poukazuje na snížení eroze u varianty s kompostem (v dávce 18 t/ha) o 33 %. Ve čtyřletém pokusu Edwardse (2010) potom mulčovaný kompost (v dávce 15 t/ha) v bramborách dokázal snížit odtok sedimentu až o 33 % oproti neošetřené variantě, kdy úspěšnost byla dána především časnou aplikací kompostu, který se zde aplikoval ihned po výsadbě a dokázal tak smyv bránit už od samého začátku vegetace, kdy je povrch půdy holý a nejvíce citlivý k odnosu půdy.

Nejvyšší náchylnost půdy k erozi v raných fázích vegetace potvrzuje i Král et al. (2020). Vyhodnocení smyvu z prvního termínu ukazuje, že oba typy kompostů dokázaly tento efekt zajistit. V dalším období docházelo již k postupnému zapojování porostu, a přestože celkový úhrn srážek činil 97,2 mm, dokázal kompost z V. Hostěrádek (KmHO) v tomto období snížit smyv o 63 % oproti variantě bez kompostu (K), v případě KmBL byl smyv ještě nižší, a to dokonce o 85 %.

V druhém úseku pozorování (v období plného zapojení porostu) došlo k nejvyššímu úhrnu srážek během vegetace (115,5 mm), ale také k nejvyššímu zastoupení erozních srážek (tj. nad 12,5 mm/den), které se objevily hned v pěti dnech. V tomto období již silně zapůsobil i pokryv nadzemní biomasou brambor, která dokázala zabraňovat prudkému dopadu kapek na povrch půdy, čímž nedošlo k tak vysokému smyvu.

Zajímavým se stalo třetí období odběru, kdy byly pozorovány nejvyšší hodnoty smytého sedimentu, ačkoliv v tomto období napršelo pouhých 29,3 mm a došlo pouze k jednomu dennímu eroznímu úhrnu srážek, který činil 13,5 mm. Tento jev se dá přičíst už silně redukované nadzemní biomase brambor napadením plísní bramborovou. Nať už nebyla schopna plnit efekt tlumení rychlosti dopadu kapek na povrch a došlo tak v případě variant s komposty k masivnímu odnosu materiálu do záchytných nádob, ve kterých tvořil kompost většinu sedimentu.

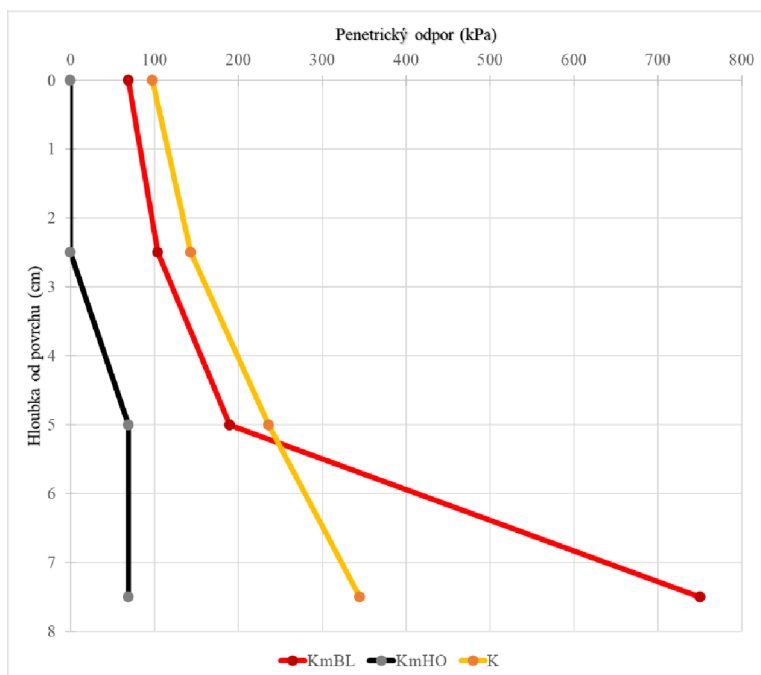


Graf 14. Vliv množství srážek a fáze vývoje rostlin na celkový smyv půdy v pozorovaných období (kg/ha)

6.3 Vliv kompostů na utužení půdy

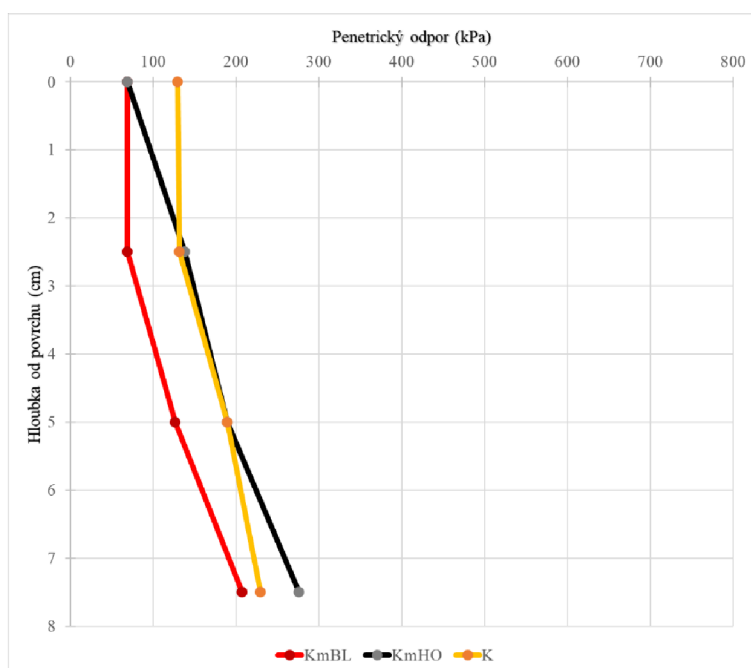
Jedním z cílů práce bylo zjistit, zda komposty mají také vliv na penetrometrický odpor půdy. Z pokusu je zřejmé, že s rostoucí hloubkou měření a nízkými hodnotami vlhkosti půdy dochází ke zvyšování penetrometrického odporu. Dále je z výsledkové části do jisté míry potvrzeno, že u obou odrůd vždy alespoň jeden z aplikovaných kompostů dokázal snižovat hodnoty penetrometrického odporu oproti kontrolní variantě, ať už v mělké nebo hlubší vrstvě hrůbku. To potvrzuje Larkin et al. (2021), který zkoumal také povrchově aplikovaný kompost (v dávce 45 t/ha) v bramborách (v cca 1 cm vrstvě) a došel k obdobnému závěru v měření odporu (přístrojem Fieldscout SC900), tedy že kompost dokáže snižovat odpor, ale tyto rozdíly nebyly statisticky průkazné.

Při zhodnocení povrchového utužení půdy (do 5 cm) je pak zajímavý efekt především u odrůdy Dominátor, kdy došlo k snižování odporu u obou druhů kompostů oproti kontrole (Graf 15). V případě KmBl to bylo o 24 % a KmHO o 85,5 %, přičemž nulové hodnoty u KmHO v prvních 2,5 cm hloubky byly nejčastěji způsobené růstem hlíz a následným tvořením prasklin v hrubcích, popřípadě chodbami od hraboše polního, který se na pokusném stanovišti vyskytoval. Tyto výsledky obdobně potvrzuje Král & Dvořák (2022), kteří zkoumali mulčované komposty (v dávce 20 t/ha) v bramborách u odrůdy Dicolora a došli k závěru, že komposty dokázaly snižovat odpor v horní vrstvě půdy (do 7,5 cm). Výsledky tedy naznačují pozitivní vliv kompostu na snížení odporu povrchové vrstvy půdy, čímž se omezuje tvorba půdního škraloupu a půda je tak lépe schopna infiltrovat srážky, které pak využijí rostliny. Vliv kompostu na snižování utužení v kořenové zóně brambor se potvrdil i u Edwardse (2010).



Graf 15. Hodnoty penetrometrického odporu v povrchové vrstvě půdy na hrůbcích u odrůdy Dominátor

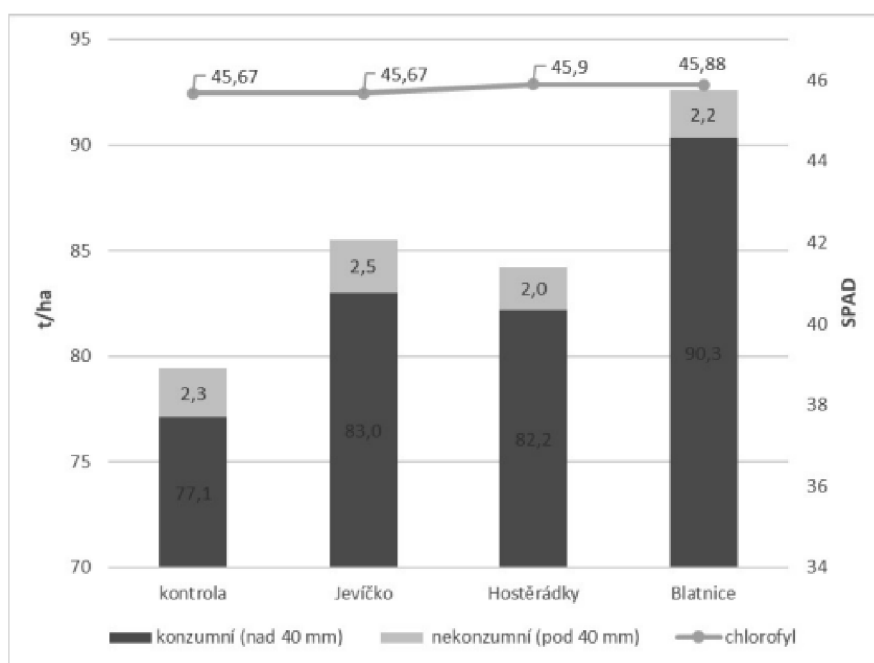
V případě odrůdy Dicolora (Graf 16) byl stav podobný. V horní vrstvě půdy (do 5 cm) snižoval odpor půdy kompost z V. Hostěrádek (KmHO) pouze v prvních dvou centimetrech od povrchu, což do jisté míry pozitivně ovlivnilo redukci půdního škraloupu. Nejlepších výsledků zde dosáhl kompost z Blatnice (KmBL), jehož aplikace vedla ke snížení penetrometrického odporu ve vrchní vrstvě (do 7,5 cm) o 55,5 %, což je v souladu s obdobným výsledkem, který uvádí Edwards et al. (2000).



Graf 16. Hodnoty penetrometrického odporu v povrchové vrstvě půdy na hrůbcích u odrůdy Dicolora

6.4 Vliv kompostů na výnosové parametry

Reakce obou odrůd na jednotlivé komposty nebyla stejná. U odrůdy Dicolora byly vyšší výnosy hlíz zjištěny pouze u varianty kompostu z V. Hostěrádek. Pokud však zhodnotíme a porovnáme výnos konzumních hlíz (tj. hlízy nad 40 mm), tak varianta KmBL zvyšovala výnos konzumních hlíz o 1,24 % (o 0,4 t/ha) a varianta KmHO o 9,50 % (o 2,5 t/ha) ve srovnání s kontrolou. Zvýšeného počtu větších hlíz brambor dosáhl také Taheri et al. (2012), který pozitivní účinek aplikace mulčovaného kompostu přisuzuje zlepšenému provzdušnění a struktuře půdy. Výsledky se také shodují s dosaženými výsledky Krále & Dvořáka (2022), kteří aplikovali tři komposty na povrch půdy v dávce 20 t/ha a u stejné odrůdy dosáhly lepších výsledků právě u variant s povrchově aplikovaným kompostem (Graf 17). Jejich celkově vyšší výnosy hlíz by se v tomto případě daly vysvětlit i větším úhrnem srážek, který v období od dubna do září byl o 50 mm vyšší a hlízy tak mohly více narůst.



Graf 17. Graf výnosu a podílu konzumních a nekonzumních hlíz u odrůdy Dicolora v pokusech Krále & Dvořáka (2022).

V případě odrůdy Dominátor byl také celkový výnos hlíz vyšší u variant s komposty. To potvrzuje Halloran et al. (2013), který v bramborách dokázal na nezavlažovaných parcelách zvýšit s mulčovanými komposty výnos hlíz až o 33 %.

7 Závěr

Mulčované komposty se ukázaly z hlediska snižování půdní teploty v průběhu vegetace jako neprůkazné a v průběhu vegetace převážně vytvářely teplejší podmínky oproti neošetřené variantě.

Aplikovaný a nezapravený kompost dokázal u ošetřených variant zvyšovat průměrnou půdní vlhkost, a to po dobu dvou měsíců od jejich aplikace (resp. do zapojení porostů). Komposty byly dále schopny udržovat vyšší půdní vlhkost i v sušších obdobích vegetace, pokud jim předcházely vydatné srážky.

Z hlediska omezení půdní eroze měla tato technologie nejvyšší efekt v době, kdy porost ještě nebyl zcela zapojen a kompost i tak dokázal tlumit smyv lépe než porosty bez kompostu. V dalších fázích tento příznivý efekt mulče podporovala i nadzemní biomasa brambor, která tlumí prudký dopad srážek na povrch půdy. V závěru vegetačního období už komposty neměly vysoký vliv na smyv půdy, protože absence natě v důsledku napadení plísní bramboru a částečného samozapravení kompostu, neposkytovaly dostatečný protierozní efekt.

Z výsledků penetrometrického odporu půdy vychází najevo, že aplikovaný a nezapravený kompost dokáže snižovat odpor půdy v povrchové vrstvě půdy, kde narušuje tvorbu půdního škraloupu a tím podporuje vsak vody (infiltraci srážek) do půdy a snižuje tak stékání vody do meziřadí a následně mimo pozemek.

Mulč z kompostů a jeho efekt na výnosové parametry nelze z dosažených výsledků přímo potvrdit. Výnosový efekt ovlivňovala použitá odrůda i použitý typ kompostu. Lze tak i zde potvrdit, že výnos byl ovlivňován hlavně povětrnostními podmínkami během vegetačního období a použitý kompost jejich negativní dopad jen snižoval.

Hypotéza: Aplikací zralého kompostu na povrch hrůbků u brambor lze zlepšit povrchovou strukturu hrůbků tím, že se sníží povrchové utužení půdy a celkově se sníží povrchový smyv půdy (erozní efekt).

Hypotéza potvrzena.

Aplikace zralých kompostů na povrch hrůbků u brambor dokázala snížit povrchové utužení půdy a tím i tvorbu půdního škraloupu. U odrůdy Dominátor byl tento pozitivní efekt pozorován do hloubky 7,5 cm, u odrůdy Dicolora jen do hloubky 2 cm.

Protierozní efekt kompostového mulče byl potvrzen a jeho příznivý efekt byl dále ovlivněn i růstovou fází porostů (resp. přítomností natě a stupněm zapojením porostů). Došlo ke snížení povrchového smyvu půdy o 20 až 60 % a použití kompostů lze tedy považovat za vhodný typ půdoochranného opatření, které snižuje erozní efekt.

Doporučení pro využití v praxi

V konečném hodnocení bych tento typ půdoochranné technologie spíše nedoporučoval a zaměřil bych se na jiné typy povrchového mulčování. Je to hlavně z ekonomického a časového důvodu, který zemědělec musí do aplikace kompostů vložit. V praxi bych se přikláněl spíše k aplikaci slámy, která je pro zemědělce mnohem snadněji dostupná, levnější a není potřeba tak velká dávka.

Přesto však v případě zamýšlené aplikace kompostů bych doporučil časnější aplikaci kompostu, a to už cca 14 dní po vlastní výsadbě brambor, kdy kompost dokáže nejlépe plnit protierozní efekt v počátku vegetace až do doby zapojení porostu a dokáže mnohem rychleji půdu prohřát. V pozdějším období vegetace, kdy nať začíná usychat je kompost už spíše vyschlý a lehký, což v případě intenzivnějších srážek může vést k jeho odnosu.

8 Literatura

- ABRANTES JR CB, PRATS SA, KEIZER JJ, DE LIMA JLMP. 2018. Effectiveness of the application of rice straw mulching strips in reducing runoff and soil loss: Laboratory soil flume experiments under simulated rainfall. *Soil and Tillage Research* [online]. **180**, 238-249 [cit. 2023-09-14]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2018.03.015
- ADAMCHUK V, PRYSYAZHNYI V, IVANOV S; BULGAKOV V. 2016. Investigations in technological method of growing potatoes under mulch of straw and its effect on the yield. In: *Proceedings of the 15th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*, Jelgava [online]. [cit. 2023-09-14]. ISSN 16913043. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000390059500171>
- AMERY F, VANDAELE E, KÖRNER I, LOADES K, VIAENE J, VANDECASTEELE B, WILLEKENS K. 2020. Compost Quality Indicators; Workpackage 5. Report 1; SOILCOM: Zurich, Switzerland, 2020; Available online: <https://northsearegion.eu/media/15220/soilcom-report-1-compost-quality-indicators.pdf> (accessed on 4 April 2022)
- AZIM K, SOUDI B, BOUKHARI S, PERISOL C, ROUSSOS S, THAMI ALAMI I. 2018. Composting parameters and compost quality: a literature review. *Organic Agriculture* [online]. **8**(2), 141-158 [cit. 2023-09-25]. ISSN 1879-4238. Dostupné z: doi:10.1007/s13165-017-0180-z
- BADALÍKOVÁ B. 2019. Význam hnojení kompostem. *Zemědělec* 18: 21-22. ISSN: 1211-3816
- BHATTARAI, KALITA PK, YATSU S, HOWARD HR, SVENDSEN NG. 2011. Evaluation of compost blankets for erosion control from disturbed lands. *Journal of Environmental Management* [online]. **92**(3), 803-812 [cit. 2023-09-18]. ISSN 03014797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2010.10.028
- BOND W & GRUNDY AC, 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research* [online]. 2001-10-17, **41**(5), 383-405 [cit. 2023-09-18]. ISSN 0043-1737. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-3180.2001.00246.x
- BOŠINOVÁ L, DOSTÁLOVÁ A, HRABALOVÁ A. 2021. *Ekologické zemědělství: zodpovědná volba*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-637-8.
- BURG P, BADALÍKOVÁ B, HEJÁTKOVÁ K, DVOŘÁK P. 2022. Vliv mulčovacích materiálů na vlastnosti půdy ve vinicích. *Vinař-sadař*. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan. č.5/2022, roč. 2022, s. 6–8.
- CARLSON CH. 2001. Mulčování (část I.). *Zahrada–park–krajina* 6/2002. s. 5–6. Z originálu publikovaného v *ISA Arborist News*. Přeložil David Hora.
- CARLSON CH. 2002. Mulčování (část II.). *Zahrada–park–krajina* 1/2003. s. 5–6. Z originálu publikovaného v *ISA Arborist News*. Přeložil David Hora

- COGGER C, HUMMEL R, HART J, BARY A. 2008. Soil and Redosier Dogwood Response to Incorporated and Surface-applied Compost. HortScience [online]. **43**(7), 2143-2150 [cit. 2024-04-04]. ISSN 0018-5345. Dostupné z: doi:10.21273/HORTSCI.43.7.2143
- ČERMÁK V. 2023. Seznam doporučených odrůd bramboru 2023 [online]. Výzkumný ústav bramborařský Havlíčkův Brod, s. r. o [cit. 2024-01-08]. ISBN 978-80-7401-224-2. Dostupné z: <https://www.vubhb.cz/cs/knihovna/ostatni-publikace/seznam-doporucenych-odrud-bramboru-2023>
- ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 229/2017, O skladování a způsobu používání hnojiv. In: Zákony pro lidi [online]. ročník 2017, částka 083, číslo 229. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-229>
- DĚDINA M, DIETHART I, HEJÁTKOVÁ K, ERHART E, BONELL M, FUCHS K, HAAS D, HARTL W, KŘÍŽOVÁ O, PLÍVA P. 2022. Určení stability kompostu pomocí blízké infračervené spektroskopie (NIRS). Úroda, 2022, roč. 69, č. 1, s. 68–70. [cit. 2024-02-09] ISSN: 0139-6013. Dostupné z: <http://www.zeraagency.eu/file/738/uroda-publikovani-clanku.pdf>
- DIMITROV P & KUNCHEVA G. 2015. Study on erosion control efficiency of advanced and unconventional system for minimum tillage at growing wheat on slope lands. Agricultural, Forest and Transport Machinery and Technologies 1: 43-49.
- DIVIŠ J. 2007. Brambory-významná plodina v ekologickém zemědělství. Ekologické zemědělství 2007: sborník z konference. Praha Suchdol, 6.-7.2. v Praze. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1611-9
- DOUGLAS J. 2004. The Effects of Kickoff and Compost on Yield and Economic Value of Double Crop Potatoes. McPherson College Division of Science and Technology. Cantaurus. [online]. Vol. 12, 4-6. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <https://archive.mcpherson.edu/wp-content/uploads/2021/01/2004120406-ConsaulD.pdf>
- DVOŘÁK P, HAMOUZ K, HAJŠLOVÁ J, SCHULZOVÁ V, TOMÁŠEK J, KUČTOVÁ P. 2009a. Mulč v pěstitelské technologii ekologicky pěstovaných brambor. Úroda, 2009, roč. 57, č. 12, s. 151–158. ISSN: 0139-6013.
- DVOŘÁK P, HAJŠLOVÁ J, HAMOUZ K, SCHULZOVÁ V, KUČTOVÁ P, TOMÁŠEK J. 2009b. Influence of grass mulch application on tubers size and yield of ware potatoes, In: Proceedings of the 52nd international scientific conference Ecological Agriculture - priorities and perspectives. Iasi. Rumunsko. [online]. [cit. 2023-09-14. ISSN: 14547414. Dostupné z: <https://orgprints.org/id/eprint/21796/1/%C4%8D%C3%A1nek%20Rumunsko%20grass%20mulch%2052%201%20121-125.pdf>
- DVOŘÁK P, HAMOUZ K, KUČTOVÁ P, TOMÁŠEK J. 2009c. Černá netkaná textilie při pěstování brambor: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produkt [online]. Úroda, 2009, roč. 57, č. 12, s. 151–158. [cit. 2023-09-18]. ISSN: 0139-6013. Dostupné z: https://orgprints.org/id/eprint/21802/1/QH82149_00_2009.pdf

- DVOŘÁK P, TOMÁŠEK J, KUČTOVÁ P, HAMOUZ K, HAJŠLOVÁ J, SCHULZOVÁ V. 2012. Effect of mulching materials on potato production in different soil-climatic conditions: romanian agricultural research, No. 29, 2012. Online. ISSN 2067-5720
- DVOŘÁK P, TOMÁŠEK J, HAMOUZ K, MIČÁK L. 2013a. Začlenění systému povrchového mulčování do technologie pěstování brambor: certifikovaná metodika. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2389-6.
- DVOŘÁK P; TOMÁŠEK J, HAMOUZ K, CIMR J. 2013b. Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstivelských technologií. Sborník ze seminářů: Verified process to protect soil and crops of the potato. Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra rostlinné výroby. FAPPZ, s. 55-60. ISBN: 978-80-213-2351-3
- DVOŘÁK P a kol. 2022. Limity při použití slaměného mulče, kompostu či směsi separátu a řezané slámy při pěstování brambor [online]. Praha. Agromanuál: Technologie pěstování. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/limity-pri-pouziti-slameneho-mulce-kompostu-ci-smesi-separatu-a-rezane-slamy-pri-pestovani-brambor>
- E-AGRI. 2023. Veřejný registr hnojiv [online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp2/RHPub/>
- E-AGRI. 2023b. Portál farmáře. LPIS. Ministerstvo zemědělství [online] [cit: 14-2- 2023.]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
- EDWARDS L, BURNEY JR, RICHTER G, MACRAE AH. 2000. Hodnocení mulčování kompostu a slámy na charakteristiku ztráty půdy na erozi brambor na Ostrově prince Edwarda v Kanadě. Zemědělství, ekosystémy a životní prostředí [online]. **81** (3), 217-222 [cit. 2023-09-19]. ISSN 01678809. Dostupné z: doi:10.1016/S0167-8809(00)00162-6
- EDWARDS L. 2010. Biowaste usage for soil erosion control and soil physical improvement under potatoes (*Solanum tuberosum*) in Atlantic Canada. Canadian Journal of Soil Science [online]. 2010-02-01, **90**(1), 103-111 [cit. 2023-09-04]. ISSN 0008-4271. Dostupné z: doi:10.4141/CJSS08082
- EIBL J, PLOŠEK L, ZÁHORA J, KINTL A, STROBLOVÁ M. 2013. Effect of Increased Doses of Compost to Prepare Reclamation Substrate on Soil Respiration and Content of Mineral Nitrogen in the Soil. Journal of Interdisciplinary Research. [online]. **3**(2), 88-91. [cit. 2023-09-22]. ISSN1804-7890. Dostupné z: <https://web-s-ebsohost-com.ezproxy.techlib.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=be6e72f1-d86e-4093-871f-4b52d15734a0%40redis>

- EIBL J, PLOŠEK L, ZÁHORA J, KINTL A, HYNŠT J, ZÁHORA J, JAVOREKOVÁ S, CHAROUSOVÁ I, KALHOTKA I, URBÁNKOVÁ O. 2014. Effects of Drought on Microbial Activity in Rhizosphere, Soil Hydrophobicity and Leaching of Mineral Nitrogen from Arable Soil Depending on Method of Fertilization. [online]. **92** (8), 844-850. [cit. 2024-04-04]. International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. World Academy of Science, Engineering and Technology. Dostupné z: <https://publications.waset.org/9999065/effects-of-drought-on-microbial-activity-in-rhizosphere-soil-hydrophobicity-and-leaching-of-mineral-nitrogen-from-arable-soil-depending-on-method-of-fertilization>
- EUR-LEX. 2023a. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č.834/2007. Úř. věst. L 150, 14.6.2018, 1-92, v platném znění. Dostupné z: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848>
- EUR-LEX. 2023b. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EHS) 2092/91 ze dne 24. června 1991 o ekologické zemědělství a k němu se vztahujícím označování zemědělských produktů a potravin. Úř. věst. L 198, 22.7.1991, 1-101. Dostupné z: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991R2092-20080514&from=SK>
- FLOHROVÁ A. 1992. Využití fólií při pěstování polní zeleniny (Mulčování a nakrývání): (Studijní zpráva). Praha: ÚVTIZ, 1992. Rostlinná výroba. ISSN 0862-3562.
- GARCÍA-GIL JC, PLAZA C, SOLER-ROVIRA P, POLO A. 2000. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. Soil Biology and Biochemistry [online]. **32**(13), 1907-1913 [cit. 2023-09-22]. ISSN 00380717. Dostupné z: doi:10.1016/S0038-0717(00)00165-6
- GHOLAMI L, SADEGHI SH, HOMAEE M. 2013. Straw Mulching Effect on Splash Erosion, Runoff, and Sediment Yield from Eroded Plots. Soil Science Society of America Journal [online]. **77**(1), 268-278 [cit. 2023-09-02]. ISSN 03615995. Dostupné z: doi:10.2136/sssaj2012.0271
- HALLORAN JM, LARKIN RP, DEFAUW SL, OLANYA OM, HE Z. 2013. Economic Potential of Compost Amendment as an Alternative to Irrigation in Maine Potato Production Systems. American Journal of Plant Sciences [online]. **04**(02), 238-245 [cit. 2023-09-19]. ISSN 2158-2742. Dostupné z: doi:10.4236/ajps.2013.42031
- HAMOUIZ K. 2007. Rané brambory: pěstitelský rádce. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent. ISBN 978-80-903522-9-2.
- HAUSVATER E, DOLEŽAL P. 2019. Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru. Vydání druhé, aktualizované. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborařský Havlíčkův Brod. Praktické informace. ISBN 978-80-86940-82-3.
- HEJÁTKOVÁ K. 2007. Kompostování přebytečné travní biomasy: metodická pomůcka. Náměšť nad Oslavou: ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura. ISBN 80–903548–6–6.

- HEJÁTKOVÁ K. 2021. Certifikace kompostů. Biom.cz [online]. 2021-10-21 [cit. 2023-09-08]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/certifikace-kompostu>. ISSN: 1801-2655.
- HŮLA J, KOVAŘÍČEK P, KROULÍK M. 2010a. Water infiltration into the soil and surface water run-off in wide-row crops. Listy Cukrovarnické a Řepařské. 126: 22–25. [cit. 2023-09-02]. ISSN 1210-3306. Dostupné z: <http://ezproxy.techlib.cz/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/water-infiltration-into-soil-surface-run-off-wide/docview/1030943648/se-2>
- HŮLA J, NOVÁK P, PETRÁSEK S, KOVAŘÍČEK P, PROCHÁZKA P. 2010b. Povrchový odtok vody a smyv zeminy při pěstování kukuřice a ovsa setého. Agritech Science, 2010, roč. 4, č. 3, s. 1–5. ISSN: 1802-8942.
- JANEČEK M. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-87415-42-9.
- KALINA M. 2016. Hnojení půdy a kompostování v zahradě. Praha: Grada Publishing. Česká zahrada. ISBN 978-80-247-5848-0.
- KIJCHAVENGKUL T, AURAS R, RUBINO M, NGOUAJIO M, FERNANDEZ RT. 2008. Assessment of aliphatic–aromatic copolyester biodegradable mulch films. Part I: Field study. Chemosphere [online]. 71(5), 942-953 [cit. 2023-09-18]. ISSN 00456535. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chemosphere.2007.10.074
- KOVAŘÍČEK P, HŮLA J, VLÁŠKOVÁ M. 2015. Effect of fertilizing with compost on the surface runoff during rainfall. AgritechScience [online], 2015, roč.9, č. 1, s. 1-5. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2015-1-6.pdf>
- KRÁL M, DVOŘÁK P, CAPOUCHOVÁ I. 2019. The straw as mulch and compost as a tool for mitigation of drought impacts in the potatoes cultivation. Plant, Soil and Environment [online]. 2019-11-30, 65(11), 530-535 [cit. 2023-09-22]. ISSN 12141178. Dostupné z: doi:10.17221/493/2019-PSE
- KRÁL M, DVOŘÁK P, CAPOUCHOVÁ I. 2020. The effect of straw mulch and compost application on the soil losses in potatoes cultivation. Plant, Soil and Environment [online]. 2020-9-30, 66(9), 446-452 [cit. 2023-09-02]. ISSN 12141178. Dostupné z: doi:10.17221/330/2020-PSE
- KRÁL M & DVOŘÁK P. 2022. Aspects of using compost as mulch at potatoes cultivation: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. [online]. Úroda, 2022, roč. 69, č. 12, vědecká příloha, s. 309–314. [cit. 2023-09-18]. ISSN: 0139-6013. Dostupné z: <https://cirkular.cz/troubsko/sbornik2022.pdf>
- LARKIN RP, GRIFFIN TS, HONEYCUTT CW, OLANYA OM, HE Z. 2021. Potato cropping system management strategy impacts soil physical, chemical, and biological properties over time. Soil and Tillage Research [online]. 213 [cit. 2024-03-15]. ISSN 01671987. Dostupné z: doi:10.1016/j.still.2021.105148

- LI SX, WANG ZH, LI SQ, GAO YJ, TIAN XH. 2013. Effect of plastic sheet mulch, wheat straw mulch, and maize growth on water loss by evaporation in dryland areas of China. *Agricultural Water Management* [online]. **116**, 39-49 [cit. 2023-08-31]. ISSN 03783774. Dostupné z: doi:10.1016/j.agwat.2012.10.004
- LIGNEAU L & WATT TA. 1995. Účinky domácího kompostu na klíčení a vzcházení ječmene a šesti plevelů na orné půdě. *Annals of Applied Biology* [online]. **126** (1), 153-162 [cit. 2023-09-18]. ISSN 0003-4746. Dostupné z: doi:10.1111/j.1744-7348.1995.tb05011.x
- MADSEN H, LAWRENCE D, LANG M, MARTINKOVA M, KJELDSSEN TR. 2014. Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe. *Journal of Hydrology* [online]. **519**, 3634-3650 [cit. 2023-09-02]. ISSN 00221694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2014.11.003
- MAREŠOVÁ K, KASPEROVÁ V, JANDOVÁ L, TOLLRIANOVÁ Z, ŠEVČÍKOVÁ I. 2006. Využití kompostů a jiných organických přípravků v zemědělství. *Biom.cz* [online]. 2006-08-24 [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-kompostu-a-jinych-organickych-pripravku-v-zemedelstvi>>. ISSN: 1801-2655.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (MZe). 2011. Příručka ochrany proti vodní erozi. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7084-996-5.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (MZe). 2013. Ročenka 2012: Ekologické zemědělství v České republice. MZe. Praha. ISBN 978-80-7434-696-5. Dostupné také z: <https://eagri.cz/public/portal/-q371561---MvLD8ytd/rocenka-2012-ekologicke-zemedelstvi>
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (MZe). 2021. Ročenka 2021: Ekologické zemědělství v České republice. MZe. Praha. ISBN 978-80-7434-696-5. Dostupné také z: <https://eagri.cz/public/portal/-q385811---8uUIYb2p/rocenka-2021-ekologicke-zemedelstvi-v-cr>
- MORENO MM. & MORENO A. 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. *Scientia Horticulturae* [online]. **116**(3), 256-263 [cit. 2023-09-18]. ISSN 03044238. Dostupné z: doi:10.1016/j.scienta.2008.01.007
- NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 262/2012 SB. O STANOVENÍ ZRANITELNÝCH OBLASTÍ A AKČNÍM PROGRAMU: s komentářem. 2012. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-061-1.
- NIZIOLOMSKI JC, SIMMONS RW, RICKSON RJ, HANN MJ. 2020. Efficacy of mulch and tillage options to reduce runoff and soil loss from asparagus interrows. *CATENA* [online]. **191** [cit. 2023-09-21]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi:10.1016/j.catena.2020.104557
- NOVÝ ZÁKON Č. 541/2020 SB., O ODPADECH: účinnost - 1. ledna 2021, [2021]. Praha: Verlag Dashöfer. Edice AZ – aktuální úplná znění. ISBN 978-80-7635-056-4.
- PANAGOS P, BORRELLI P, ROBINSON D. 2020. FAO calls for actions to reduce global soil erosion. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* [online]. **25**(5), 789-790 [cit. 2023-09-02]. ISSN 1381-2386. Dostupné z: doi:10.1007/s11027-019-09892-3

- PASTOREK Z. 2004. Legislativa bioodpadů – kompostování v praxi. Biom.cz [online]. 2004-04-19 [cit. 2023-09-08]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/legislativa-bioodpadu-kompostovani-v-praxi>. ISSN: 1801-2655.
- PLÍVA P. 2005. Technika pro kompostování v pásových hromadách. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky. ISBN 80-86884-02-3.
- PLÍVA P, ALTMANN V, HANČ A, HEJÁTKOVÁ K, ROY A, SOUČEK J a VALENTOVÁ L. 2016. Kompostování a kompostárny. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-74-8.
- PRO-BIO. 2018. Nadstandardní směrnice svazu PRO-BIO. Směrnice PRO-BIO Svazu ekologických zemědělců. [online], verze 01/ 2018. Dostupné z: <https://pro-bio.cz/wp-content/uploads/2018/04/Sm%C4%9Brnice-2018.pdf>
- QUINTANILLA-TORNEL, MARISOL A, WANG K-H, TAVARES J, R.R. HOOKS C. 2016. Effects of mulching on above and below ground pests and beneficials in a green onion agroecosystem. Agriculture, Ecosystems & Environment [online]. **224**, 75-85 [cit. 2023-08-31]. ISSN 01678809. Dostupné z: doi:10.1016/j.agee.2016.03.023
- REEH U, JENSEN MB. 2002. Yield and Quality of Leek in Response to Compost Applied as a Mulch or Incorporated Into the Soil. Compost Science & utilisation [online]. **10** (3), 244-248 [cit. 2024-03-15]. ISSN 1065-657X. Dostupné z: doi:10.1080/1065657X.2002.10702086
- RELF D & MCDANIEL A. 2004. Mulches for the home vegetable garden. Virginia Cooperative. Virginia technical institute and State University. Publication 426-326 Dostupné z: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/100509/SPES-256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SKLÁDAL V, ET AL. 1972. Naučný slovník zemědělský, díl 5. n-o. - Ústav vědeckotechnických informací a státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- SLEJŠKA A, UŠŤAK S, VÁŇA J. 2006. Expertní systém pro kompostování: Jak stanovím zralost kompostu?. Biom.cz [online]. 2006-07-11 [cit. 2023-09-12]. Dostupné z: <http://expert.biom.cz/kompost.stm>. ISSN: 1801-2655.
- SOLVITA. 2023. Kvalita quality: Compost Maturity testing in your hands, On-site. [online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://solvita.com/compost/>
- SOSNOWSKI MR, FLETCHER JD, DALY AM, RODONI BC, VILJANEN-ROLLINSON SLH. 2009. Techniques for the treatment, removal and disposal of host material during programmes for plant pathogen eradication. Plant Pathology [online]. **58**(4), 621-635 [cit. 2023-09-14]. ISSN 00320862. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02042.x
- STIGTER K, RAMESH K, UPADHYAY PK. 2016. Mulching for microclimate modifications in farming—An overview. [online]. Indian Journal of Agronomy **63** (3), 255-263 [cit. 2023-09-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/PravinUpadhyay/publication/328162095_Mulching_for_microclimate_modifications_in_farming_An_overview/links/5bbc45bba6fdcc9552dcac38/Mulching-for-microclimate-modifications-in-farming-An-overview.pdf

- SULLIVAN DM & MILLER RO. 2001. Compost quality attributes, measurements and variability. p. 95-120. In: P.J. Stofella and B.A. Kahn (eds.). Compost utilization in horticultural cropping systems. CRC Press. Boca Raton, [cit. 2023-08-31]. FL. ISBN 9780367397593. Dostupné z: <https://northsearegion.eu/media/18076/soilcom-report-1-compost-quality-indicators.pdf>
- SULZBERGER R. 2007. Kompost, půda, hnojení. Čestlice: Rebo Productions. Zahrada plus. ISBN 978-80-7234-654-7.
- ŠARAPATKA B & URBAN J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Šumperk: PRO-BIO. ISBN 80-87080-00-9.
- TAHERI N, SHARIF-ABAD HH, YOUSEFI K, ROHOLLA-MOUSAVI S. 2012. Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. Journal of soil science and plant nutrition [online]. (ahead), **12** (4), 705-714 [cit. 2024-04-04]. ISSN 0718-9516. Dostupné z: doi:10.4067/S0718-95162012005000026
- VANDECASTEEL B, WILLEKENS K, STEEL H, D'HOSE T, VAN WAES C, BERT W. 2017. Feedstock Mixture Composition as Key Factor for C/P Ratio and Phosphorus Availability in Composts: Role of Biodegradation Potential, Biochar Amendment and Calcium Content. Waste and Biomass Valorization [online]. **8**(8), 2553-2567 [cit. 2023-09-11]. ISSN 1877-2641. Dostupné z: doi:10.1007/s12649-016-9762-3
- VESA VELHARTICE, A.S., 2023. Dicolora [online]. [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://vesa-velhartice.cz/produkt/dicolora/>
- VOKÁL B. 2013. Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-54-0.
- WAHEED A, CHUANG L, MUHAMMAD M, AHMAD M, KHAN KA, GHARAMH HA, WANG Z, ZHANG D. 2023. Sustainable Potato Growth under Straw Mulching Practices. Sustainability [online]. **15**(13) [cit. 2023-09-14]. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/su151310442
- WANG G, FANG Q, WU B, YANG H, XU Z. 2015. Relationship between soil erodibility and modeled infiltration rate in different soils. Journal of Hydrology [online]. **528**, 408-418 [cit. 2023-09-02]. ISSN 00221694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2015.06.044
- WANG CH, MA J, WANG Y, LI Z, MA B. 2022. The influence of wheat straw mulching and straw length on infiltration, runoff and soil loss. Hydrological Processes [online]. **36**(4) [cit. 2023-09-14]. ISSN 0885-6087. Dostupné z: doi:10.1002/hyp.14561
- ZAHRADNÍČEK P, ŠTĚPÁNEK P, ROŽNOVSKÝ J. 2018. Change in the precipitation character important for erosion. Třeboň. Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-87361-83-2
- ZEMÁNEK P & BURG P. 2009. Nákladovost aplikace kompostů do půdy. Biom.cz [online]. 2009-11-09 [cit. 2023-09-07]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladovost-aplikace-kompostu-do-pudy>. ISSN: 1801-2655.

- ZEMÁNEK P & BURG P. 2010. Možnosti využití kompostů při optimalizaci hydrofyzikálních vlastností zemědělských půd. Biom.cz [online]. 2010-03-17 [cit. 2023-09-06]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-kompostu-pri-optimalizaci-hydrofyzikalnich-vlastnosti-zemedelskych-pud>>. ISSN: 1801-2655
- ZERA A.S. 2017. Pilotní ověření účinnosti kompostu vyrobeného z bioodpadu v zemědělské praxi. Náměšť nad Oslavou [cit. 2023-09-25]. Dostupné z: <http://zeraagency.testujeme.cz/file/529/management-vyuziti-kompostu-eroze.pdf>
- ZERA A.S. 2018. Metodika testování zralosti kompostu [online]. Náměšť nad Oslavou [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <http://zeraagency.testujeme.cz/file/530/metodika-testovani-zralosti-kompostu.pdf>
- ZERA A.S. 2021. Příručka pro kompostování [online]. Náměšť nad Oslavou [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <http://www.zeraagency.eu/file/741/prirucka-kompostovani-final-k-tisku.pdf>

9 Samostatné přílohy



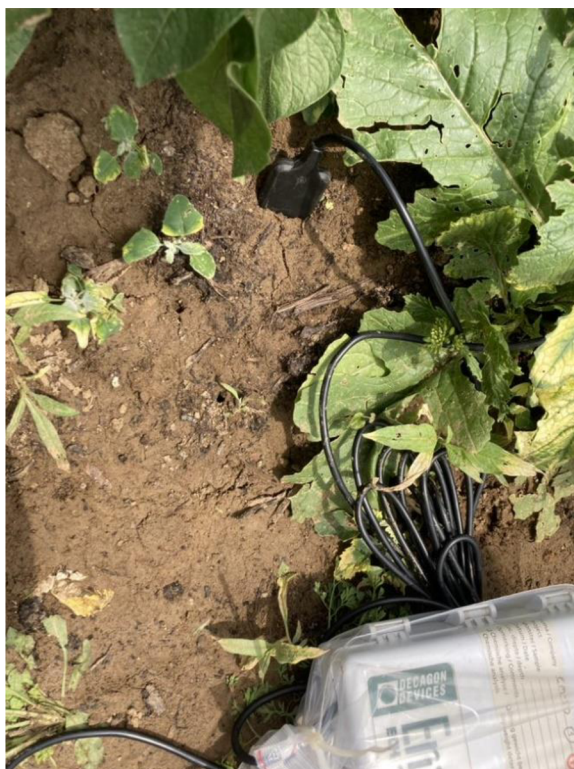
Obrázek 3. Pohled na zasázený porost brambor k 11.5. 2023



Obrázek 4. Vzejitý porost brambor k 9.6. 2023



Obrázek 5. Porost brambor týden po aplikaci kompostu (foto k 19.6. 2023)



Obrázek 6. Půdní čidlo 5TE s patrnou půdní prasklinou v jeho blízkosti



Obrázek 7 a 8. Porost před a po odplevelení k 17.7. 2023



Obrázek 9. Stav porostu při druhém odběru smyvu půdy k 31.7. 2023



Obrázek 10. Stav porostu k 31.8. 2023



Obrázek 11. Stav porostu k 13.9. 2023- odumřelá nať brambor



Obrázek 12 a 13. Stav kompostu a porostu při sklizni k 5.10. 2023