Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Vliv povrchově aplikovaného kompostu bez zapravení při pěstování brambor

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Miluše Anyalaiová
Program studia: Zemědělství a rozvoj venkova, Ekologické zemědělství

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

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv povrchově aplikovaného kompostu bez zapravení při pěstování brambor" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2024 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D., kterého jsem si vybrala jako vedoucího mé diplomové práce, jelikož si velice vážím jeho profesionálního a zároveň přátelského přístupu ke studentům, což jsem měla možnost poznat během mého studia. Děkuji mu především za odborné rady a značnou dávku trpělivosti. Děkuji zaměstnancům Výzkumné stanice v Uhříněvsi za pomoc s experimentální částí pokusu. Děkuji také doc. Ing. Vítu Fáberovi, Ph.D. z Fakulty dopravní ČVUT za pomoc a rady v oblasti statistických metod při vyhodnocování experimentů. V neposlední řadě děkuji členům své rodiny za podporu při mém studiu a jejich pochopení.

Vliv povrchově aplikovaného kompostu bez zapravení při pěstování brambor

Souhrn

Statková organická hnojiva využívaná zejména v ekologickém zemědělství nejen při pěstování brambor saturují půdu důležitými živinami a tím zajišťují, že půda, která je správně spolu s vhodnou agrotechnikou a pestrými osevními postupy obhospodařována, poskytuje vhodné podmínky pro zdravý růst plodin a tím zajišťuje dobré výnosy.

Vhodným a doporučovaným hnojivem je při pěstování brambor i kompost, zejména faremní, jehož výroba a použití na farmě představuje cenově dostupný způsob hnojení a v rámci soběstačnosti farmy se zároveň podílí na celkové udržitelnosti celofaremního hospodaření. Současná legislativa v ČR zatím neumožňuje ponechání kompostu na povrchu půdy jako mulč. Tento postup je však využíván v jiných zemích a oblastech, kde se zemědělci dlouhodoběji potýkají se změnou klimatu, narůstajícími problémy jak s množstvím, tak především s nerovnoměrným rozložením srážek v průběhu vegetace a mají dostatek suroviny pro výrobu stabilního a zralého kompostu. Změna fyzikálních a chemických vlastností v povrchové vrstvě půdy dává předpoklad i pro ochranu půdy, kdy po obdobích sucha se často vyskytují prudké srážky erozního charakteru, a tím je půda připravena lépe čelit erozi právě při pěstování širokořádkých plodin.

Z předchozích prací je patrné, že kompost jako mulč může mít pozitivní vliv na kvalitu půdy (navýšení organické hmoty v půdě) a zároveň může za přívětivých ročníkových podmínek a vhodných podmínek stanoviště ovlivnit pozitivně i produkční a kvalitativní parametry sklizně. Proto bylo využito kompostu jako mulče při pěstování brambor a zkoumáno v rámci polního pokusu ve Výzkumné stanici v Uhříněvsi efekt a přínosy tohoto postupu. Cílem bylo zjistit vliv na teplotu a vlhkost půdy v povrchové vrstvě půdy, změnu obsahu chlorofylu a výnos hlíz. K tomuto účelu byly aplikovány a ponechány na povrchu hrůbků dva komposty (oba v dávce 30 t/ha) u dvou odrůd (Dicolora a Dominátor) v přesném maloparcelním pokuse. Kompost byl aplikován po vzejití a porovnáván s nemulčovanou kontrolou. Během vegetace byly instalovány senzory pro měření teploty a vlhkosti půdy (5TM s datalogerem Decagon EM50), měřen obsah chlorofylu (ručním chlorofylmetrem SPAD-502) a po ruční sklizni zjištěna hmotnost hlíz a dopočítán výnos hlíz.

Kompost nijak významně neovlivnil v průběhu vegetace výživný stav porostu (obsah chlorofylu v listech) odrůdy Dicolora. V případě odrůdy Dominátor měla aplikace pozitivní vliv na koncentraci chlorofylu v průběhu vegetace. Odrůda Dominátor ošetřená kompostem vykazovala vyšší výnos tržních hlíz o 19,2 % oproti kontrole, zároveň však mulčování kompostem nemělo významný vliv na výnos konzumních hlíz odrůdy Dicolora (navýšení o 4,0 %). Statisticky významný vyšší výnos byl prokázán u odrůdy Dominátor.

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

Effect of surface-applied compost without incorporation in potato cultivation

Summary

Livestock organic manure, used mainly in organic farming, not only in potato growing, saturates the soil with important nutrients and thus ensures that the soil, which is properly managed together with suitable agricultural technology and varied crop rotations, provides suitable conditions for healthy crop growth and thus ensures good yields.

Compost is also a suitable and recommended fertilizer for potato growing, especially farm compost, the production and use of which on the farm is an affordable way of fertilization and, as part of the farm's self-sufficiency, also contributes to the overall sustainability of farm-wide farming. The current legislation in the Czech Republic does not yet allow compost to be left on the soil surface as mulch. However, this procedure is used in other countries and areas where farmers have been struggling with climate change for a long time, increasing problems with both the amount and, above all, the uneven distribution of precipitation during the growing season, and where they have enough raw material to produce stable and mature compost. The change in physical and chemical properties in the surface layer of the soil also provides a prerequisite for soil protection, when after periods of drought there are often severe precipitations of an erosive nature, and thus the soil is better prepared to face erosion when growing wide-row crops.

Previous work shows that compost as mulch can have a positive effect on soil quality (increase in soil organic matter) and at the same time it can positively affect the production and quality parameters of the harvest under favourable annual conditions and suitable site conditions. Therefore, compost was used as mulch in potato cultivation and the effect and benefits of this procedure were investigated in a field experiment at the Research Station in Uhříněves. The aim was to determine the effect on soil temperature and moisture in the surface layer of the soil, the change in chlorophyll content and tuber yield. For this purpose, two composts (both at a dose of 30 t/ha) were applied and left on the surface of the ridges in two varieties (Dicolora and Dominator) in a precise small-plot trial. The compost was applied after emergence and compared with the unmulched control. During the vegetation period, sensors were installed to measure soil temperature and moisture (5TM with a Decagon EM50 data logger), chlorophyll content was measured (with a manual SPAD-502 chlorophyll meter) and after manual harvesting, the weight of the tubers was determined and the yield of tubers was calculated.

The compost did not significantly affect the nutritional status of the stand (chlorophyll content in the leaves) of the Dicolora variety during the vegetation period. In the case of the Dominator variety, the application had a positive effect on the concentration of chlorophyll during the growing season. The Dominator variety treated with compost showed a higher yield

of marketable tubers by 19.2% compared to the control, but at the same time mulching with compost did not have a significant effect on the yield of edible tubers of the Dicolora variety (increase by 4.0%). A statistically significant higher yield was demonstrated in the Dominator variety.

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

Obsah

1 Úvod ..... - 11 -

2 Vědecká hypotéza a cíle práce ..... - 12 -

3 Literární rešerše ..... - 13 -

3.1 Brambory – významná plodina ..... - 13 -

3.2 Brambory v ekologickém zemědělství ..... - 14 -

3.3 Agrotechnika brambor v EZ ..... - 17 -

3.3.1 Rajonizace ..... - 17 -

3.3.2 Výživa a hnojení ..... - 17 -

3.3.3 Příprava sadby a půdy před výsadbou a založení porostů ..... - 18 -

3.3.4 Ošetřování porostů ..... - 18 -

3.4 Kompost ..... - 19 -

3.4.1 Organické hnojivo ..... - 19 -

3.4.2 Historie kompostování v ČR ..... - 21 -

3.4.3 Legislativa – komposty ČR ..... - 21 -

3.4.4 Rozdíl mezi registrací a certifikací kompostu ..... - 21 -

3.4.5 Proces kompostování ..... - 21 -

3.4.6 Aditiva v kompostu ..... - 24 -

3.4.7 Kvalita kompostu ..... - 24 -

3.4.8 Navýšení organické hmoty v půdě ..... - 25 -

3.4.9 Retence vody v půdě ..... - 26 -

3.4.10 Rizika aplikace kompostu ..... - 26 -

3.4.11 Vliv kompostu na choroby a škůdce polních plodin ..... - 27 -

3.4.12 Vliv kompostu na biologickou aktivitu půdy ..... - 28 -

3.5 Mulčovací technologie ..... - 28 -

3.5.1 Rostlinný materiál (sláma a travní hmota) jako mulč ..... - 29 -

3.5.2 Mulče z plastů ..... - 31 -

3.6 Kompost jako mulč ..... - 31 -

4 Metodika ..... - 34 -

4.1 Charakteristika výzkumného stanoviště ..... - 34 -

4.2 Meteorologické podmínky v období výzkumu ..... - 35 -

4.3 Metodický postup polního pokusu ..... - 36 -

4.4 Charakteristika odrůd Dicolora a Dominátor ..... - 37 -

4.5 Sledované a hodnocené parametry ..... - 38 -

4.5.1 Charakteristika kompostů ..... - 38 -

4.5.2 Měření vlhkosti půdy ..... - 39 -

4.5.3 Měření obsahu chlorofylu v listech ..... - 40 -

4.5.4 Hodnocení produkčních a kvalitativních parametrů ..... - 40 -

4.6 Statistické vyhodnocení produkčních a kvalitativních parametrů .....- 41 -

5 Výsledky .....- 42 -

5.1 Vyhodnocení změny teploty a vlhkosti půdy po aplikaci kompostu .....- 42 -

5.2 Obsah chlorofylu v rostlinách bramboru .....- 43 -

5.2.1 Statistické vyhodnocení obsahu chlorofylu v listech .....- 45 -

5.3 Vyhodnocení produkčních parametrů rostlin bramboru .....- 47 -

5.3.1 Statistické vyhodnocení produkčních parametrů .....- 49 -

6 Diskuze .....- 52 -

6.1 Kompost a jeho vliv na mikroklima porostů .....- 52 -

6.2 Kompost a jeho vliv na obsah chlorofylu .....- 52 -

6.3 Kompost a jeho vliv na produkční parametry .....- 53 -

7 Závěr .....- 55 -

8 Literatura .....- 56 -

1 Úvod

Brambory z pohledu ekologického zemědělství (EZ) patří mezi významné plodiny v rámci obohacení osevního postupu. Zemědělci využívají přímého prodeje ze dvora (prodej v rámci zemědělského podniku). Často tak bývá celá produkce expedována přímo od pěstitele, což zkracuje dodavatelsko-odběratelský řetězec, a to se může jevit i z pohledu udržitelnosti více či méně významné. Díky užití statkových hnojiv příznivě působí na výživný stav půdy, a zároveň díky oblíbenosti konzumentů se brambory z EZ podílejí na přímém zisku podniku (lze očekávat, že celá produkce brambor bude vyskladněna), dále se podílejí na snížení zaplevelení pozemku (Konvalina 2007). Brambory, zařazované do osevního postupu jako zlepšující plodina a přerušovač osevního sledu, řadíme v současné době k typu plodiny, která je pěstována v EZ minoritně v poměru k ostatním plodinám. Z pohledu konvenční pěstitelské technologie (KZ) osevní plocha této okopaniny činila 23 876 ha (2021), přičemž celková produkce brambor byla v témže roce 696,2 tun, průměrný hektarový výnos v roce 2020 se pohyboval okolo 27,73 t/ha. Čeští spotřebitele zkonzumovali v témže roce 61,5 kg brambor /obyv./rok (MZe 2022). Oproti tomu, v rámci EZ byla touto okopaninou osázena plocha 287 ha (2021) s obdobím konverze pak 411 ha na 234 ekofarmách s průměrným výnosem 14,2 t/ha (MZe 2023).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je na základě poznatků z literatury zhodnotit a stanovit vhodné aplikační postupy kompostu jako mulče. Ověřit přínosy povrchové aplikace kompostu bez zapravení během vegetace.

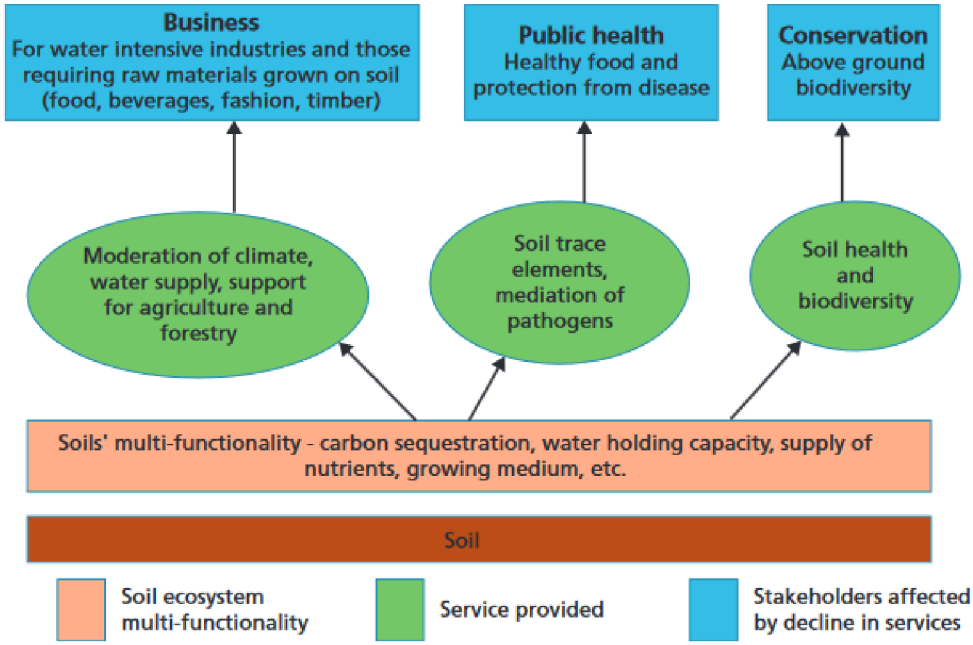
Hypotéza: Kompost jako mulč bude ovlivňovat mikroklima půdy, výživný stav rostlin a tím i produkční vlastnosti porostů brambor.

3 Literární rešerše

3.1 Brambory – významná plodina

O bramborách lze stručně říci, že se jedná o poměrně výkonnou plodinu. Pro porovnání například s žitem, poskytnou brambory téměř 3x více sušiny (Dráb 1956). Z nutričního hlediska tato plodina poskytuje významné látky, především vitamin C a A a vitaminy skupiny B. Obsah těchto látek je však závislý na zvolené odrůdě, stanovišti a konkrétních klimatických podmínkách spolu s provedenou agrotechnikou a kvalitě skladování (Vokál 2013).

Degradace půdy je spojována s úbytkem osevních ploch zlepšujících plodin (plodiny hnojené organickými hnojivy). Mezi ně patří okopaniny včetně brambor. Za posledních 30 let se výměra osevní plochy v ČR rapidně snižuje (od roku 2018 do roku 2020 o 19 %). Osevní postupy se snižujícím se počtem plodin, jako jsou okopaniny, způsobují zhoršení kvality půdy a mění spolu s úbytkem zemědělské půdy naši krajinu (AVČR 2020). Zdravá půda poskytuje útočiště rozmanitému půdnímu společenstvu, které také pomáhá kontrolovat choroby rostlin, stavy škůdců a plevelů, a tím celkově zlepšuje kvalitu zdraví rostlin. Funkční půda vykazuje lepší strukturu (pozitivní dopad např. na obsah půdní vody) a vykazuje schopnost lépe zadržovat živiny a v konečném důsledku tak zlepšuje produkci plodin (obrázek č. 1; EASAC 2018).



Obrázek č. 1: Význam půdy (EASAC 2018)

Podle Šarapatky (2007) hraje kvalita půdy v ekologickém zemědělství klíčovou roli pro kvalitu produkce a vyšší výnosy v režimu šetrného zemědělského systému. Zároveň však řadíme brambory mezi širokořádkové plodiny s tím, že při jejich pěstování dochází k nejvyšší erozi půdy (Holejšovský et al. 2023).

Při ochraně zemědělské půdy je nutné s ohledem na konkrétní pozemek a stupeň erozního ohrožení použít vhodné půdoochranné technologie. Ty běžně využívané, jakou jsou bezorebné setí a sázení (technologie přímého setí do nezpracované půdy), setí a sázení do mulče, setí a sázení do mělké podmítky (za předpokladu dodržení stanovené pokryvnosti povrchu půdy rostlinnými zbytky), setí a sázení do ochranné plodiny (často do vymrzající meziplodiny – svazenka vratičolistá, hořčice bílá), do podsevu (setý nejpozději s hlavní plodinou), nejsou pro brambory vhodné či možné. U brambor lze použít důlkování, hrázkování a také přerušovací pásy a zasakovací pásy, osetí souvratí, sázení a setí po souvrati, odkameňování, a pěstování luskovinoobilných směsí (LOS) (Dvořák 2013; Holejšovský et al. 2023). Hrázkování a důlkování řadíme k méně náročné agrotechnice při pěstování brambor (Mayer et al. 2016), které může snížit riziko eroze při pěstování brambor o 85 %, mulčování se jeví jako efektivní ze 30-40 % (Kasal et al. 2016).

Šarapatka (2007) dále uvádí, že EZ částečně řeší i stav vodní eroze, neboť s ohledem na široké osevní postupy a celkový šetrný režim hospodaření zohledňuje i problematiku fyzikální a chemické degradace a její biologickou hodnotu.

3.2 Brambory v ekologickém zemědělství

Parametry ovlivňujícími výnos brambor jsou kvalitní certifikovaná sadba, volená s ohledem na účel produkce (konzum, škrobárenské), dále pak vyvážená výživa v celém průběhu pěstebního období, v EZ pak především moderní agrotechnika a preventivní ochrana před škůdci a patogeny (práh škodlivosti), jelikož v tomto pěstebním systému je aplikace přípravků na ochranu omezena s ohledem na legislativu. Brambory, řadící se mezi okopaniny, náleží k plodinám s delší vegetační dobou, pomalým příjmem živin (Šarapatka et al. 2006), se střední až vyšší potřebou K (161 až 275 mg/kg v půdě, Melich III.) (Kasal et al. 2010). Celkový výnos a stav porostu ovlivňuje i počasí a klima stanoviště, i s tímto faktem musí zemědělec alespoň částečně počítat (Vokál et al. 2004).

Zemědělská činnost je jednou z hlavních příčin úbytku biologické rozmanitosti. Seufert & Ramankutty (2017) uvádí, že zdraví půdy bylo vždy základem filozofie EZ. Několik metaanalýz podle autorů studie zjistilo, že půdy obhospodařované v režimu EZ mají vyšší obsah organického uhlíku. Studie dále zjistily nižší erozi půdy u ekofarem, a to díky lepší struktuře půdy. Primární studie také často ukazovaly na zlepšení dalších parametrů zdraví a úrodnosti půdy (stav živin v půdě, fyzikální vlastnosti půdy) při ekologickém hospodaření. Zároveň se však nezdá, že by půdní fauna byla druhově bohatší, však v systému EZ se zdá být hojnější. Přínosy ekologického hospodaření pro biologickou rozmanitost volně žijících živočichů na zemědělské půdě jsou evidentní, početnost organismů u různých taxonů se zvyšuje o 40 až 50 %, přičemž vliv na druhovou bohatost je méně jasný (v rozmezí 1 až 34 %), pozorování může být ovlivněno vyšší hustotou organismů. EZ nabízí mnoho výhod a mohlo by být důležitou součástí souboru strategií pro zlepšení udržitelnosti agrárního sektoru. Rozšíření ekologicky obhospodařovaných ploch a začlenění úspěšných postupů ekologického hospodaření do KZ může příznivě ovlivnit ekologii půdy. Avšak i v rámci EZ zůstává stále spousta

nezodpovězených otázek, jako je například dostupnost N a jeho ztráty při tomto způsobu zemědělské činnosti.

EZ je obecně považováno za udržitelnější, avšak méně produkčně schopný systém zemědělské činnosti. Studie zabývající se analýzou výsledků experimentu (ve stejných půdních podmínkách) porovnávající mezi sebou ekologický versus dva intenzivní způsoby hospodaření v rámci dlouhodobého porovnávání těchto systémů, došla k zajímavému výsledku. Na začátku experimentu byly výnosy v systému EZ nižší, avšak po 10–13 letech se přiblížily výnosům obou konvenčních systémů (brambory, kukuřice, hrách, ječmen a pórek). Zajímavé bylo, že hospodaření v režimu EZ vyžadovalo nižší vstupy N. EZ neočekávaně vedlo k nižšímu variačnímu koeficientu, což naznačuje zvýšenou prostorovou stabilitu, pH, mineralizaci živin, jejich dostupnost a hojnost půdního biomu. EZ dále vykazovalo zlepšení půdní struktury s vyššími koncentracemi organické hmoty (OH), vyšší agregací půdy, výraznému snížení koncentrací dusičnanů v podzemních vodách a menšímu počtu hlístic parazitujících na rostlinách. Časová stabilita mezi těmito třemi zemědělskými systémy byla podobná, ale při vyloučení let propuknutí *Phytophthora* v bramborách byla časová stabilita vyšší v systému EZ. Lze vysvětlit takto: zvýšená prostorová stabilita v systému EZ by mohla být důsledkem změn v procesech založených na zdrojích (zdola nahoru), což se shoduje s pozorovaným vyšším zásobováním živinami v průběhu sezóny v půdách s větším množstvím OH. Zvýšené vstupy zdrojů mohou také ovlivnit stabilitu prostřednictvím zvýšené kontroly založené na predátorech (shora dolů). Tímto se predátoři mohou podílet na stabilizaci populační dynamiky půdních organismů, na což ukazuje pozorovaná vyšší biomasa půdní potravní kolonie v systému EZ. Závěrem lze konstatovat, že je otázkou času, kdy rozdíly mezi výnosy v EZ a KZ budou srovnány, přičemž EZ může vést k větší prostorové stabilitě biotických a abiotických vlastností půdy a půdních procesů, což je pravděpodobně způsobeno dobou potřebnou k zásadním změnám (zlepšení) vlastností půdy (Schrama et al. 2018).

Další dlouhodobá studie (21letá) prováděná ve střední Evropě porovnávala výnosy plodin, dopad na půdní biom a životní prostředí, výši energetických vstupů v pěstebním režimu konvenčního zemědělství (KZ) oproti dvěma organickým způsobům hospodaření (ekologický a biodynamický). Oba organické způsoby produkce vykazovaly nižší vstupy živin (N, P, K) a to o 34 % až 51 % v celém sledovaném období, avšak celkový výnos plodin byl pak v obou šetrných způsobech hospodaření pouze o 20 % nižší v porovnání s výnosy plodin v KZ (během 21letého pokusu). Dá se tedy konstatovat, že se v obou případech jedná o efektivní systémy hospodaření na zemědělské půdě. Výnosy bio brambor byly na úrovni 58 až 66 % výnosů produkce této okopaniny v KZ. Nižší výnosy byly způsobeny celkovým nižším přísunem K a výskytem *Phytophtora infestans*. Zajímavé bylo zjištění, že v šetrných způsobech hospodaření byla energie nutná k produkci jednotky sušiny plodin řádově o 20 až 56 % nižší než v KZ systémech, na jednotku plochy pak odpovídajícím způsobem o 36 až 53 % byla vynaložená energie nižší opět v ekologických systémech oproti KZ. Fyzikální a chemické vlastnosti půdy nebyly rozdílnými způsoby hospodaření podstatně ovlivněny, zatímco ekologické způsoby hospodaření vykazovaly větší biologickou aktivitu půdy než plochy obhospodařované v KZ (Maeder et al. 2002).

P může být limitující prvek v zemědělství za něhož neexistuje náhrada (omezené zdroje přírodního P). Systémy šetrného způsobu zemědělského hospodaření snižují půdní erozi, přičemž z předešlých studií dle autorů vyplývá, že přibližně 36 % celkového P z hnojiv mizí důsledkem půdní eroze. Šetrné zemědělské postupy vykazují nízkou erozi půdy a vysokou míru recyklace P. Tento udržitelný způsob hospodaření v agrárním sektoru může být účinným prostředkem k udržení rozumných cen potravin (Borrelli et al. 2017). V mnoha zemích došlo k poklesu užívání fosforečných minerálních hnojiv (finanční důvody) nebo nahrazením organickými hnojivy jako je například chlévský hnůj a kompost (Syers et al. 2008).

EZ se liší od KZ z pohledu péče o půdu především snahou o zachování její stability, zvyšování úrodnosti a péčí o půdní biodiverzitu a s tím spojené její dobré chemické i fyzikální vlastnosti. Indická studie zabývající se využitím rybničního kalu jako aditiva do organického hnojiva kompostu upozorňuje na možnost zlepšení živin v kompostu a jeho celkové kvality. Po přidání rybničního sedimentu do čtyřech druhů kompostu (rýžová sláma, pšenična sláma, bramborová nať, hořčičná sláma) vždy se stejným poměrem sedimentu (315 kg) a jiným poměrem vstupních surovin se ukázalo, že rybniční sediment ve všech případech pozitivně ovlivnil kvalitu kompostu. Zároveň však autoři poukazují na fakt, že kromě vstupních surovin je více než nutné sledovat korektnost celého průběhu kompostování. Důraz kladen na zralost kompostu, neboť nevyzrálý kompost může pak negativně ovlivnit kvalitu rhizosféry, jak poukazují předešlé studie (Karak et al. 2013).

Brambory patří mezi významnou hospodářskou plodinu na celém světě a jsou oblíbenou potravinou napříč kontinenty. Je k dispozici značné množství literatury, která srovnává senzorickou kvalitu brambor pěstovaných v EZ versus KZ. Tímto tématem se zabývala i studie Gilsenan et al. (2010). Hodnotila rozdíl mezi fyzikálně – chemickými a senzorickými vlastnostmi u brambor sklizených v režimu EZ oproti KZ. Studie nezjistila žádné významné rozdíly u obou pěstebních systémů. Konvenční brambory vykazovaly o něco nižší obsah sušiny a měly o něco měkčí strukturu než brambory pocházející z produkce EZ. Konvenční brambory byly po upečení také měkčí a pocitově měly vlhčí strukturu oproti ekologickým bramborům (hodnocení odborné komise). Spotřebitelé pak v této studii nepoukazovaly na zásadní rozdíl mezi porovnávanými vzorky brambor z hlediska vůně, textury, vzhledu či chutě po úpravě pečením. Režim EZ má vliv na strukturu syrových a pečených brambor, ale nezdá se, že by podle spotřebitele ovlivňoval chuť a jejich vzhled (Gilsenan et al. 2010).

Ve dvouleté dánské studii (1997-1998) byl zkoumán vliv různých organických hnojiv na chemickou a senzorickou kvalitu vařených brambor. Testován byl kultivar Sava. Aplikována byla kejda skotu, hluboká podestýlka skotu, hnůj, sláma a chlévská mrva. Vzorky byly podrobeny senzorické, texturní a chemické analýze měsíc po sklizni. Nejvýraznější vliv na senzorickou kvalitu měl hnůj. Hnojení kejdou snížilo množství sušiny, škrobu a kyseliny fytové a významně zvýšilo obsah N v hlízách ve srovnání s hnojením hlubokou podestýlkou. Jako hlavní příčina těchto rozdílů se předpokládala zralost hlíz. Pokud jde o senzorickou kvalitu brambor, byly zjištěny drobné rozdíly mezi zkoumanými ekologickými ošetřeními. Brambory s aplikací kejdy byly o něco málo vlhčí, vykazovaly vyšší zbarvení a zápach a nižší žloutnutí oproti bramborám hnojených podestýlkou. Moučnatost byla nejvyšší, když byla zaorána

kompostovaná podestýlka, a naopak nejnižší při zaorání hluboké podestýlky a slámy. Pozorované rozdíly v senzorické kvalitě jsou pravděpodobně důsledkem dostupnosti N v hnoji. Kyselina chlorogenová byla jedinou fenolovou kyselinou, která byla ovlivněna organickým ošetřením. Zdá se, že kolísání obsahu kyseliny fenolové a skopoletinu neovlivnilo chuť brambor. Hlavní rozdíly v kvalitě mohou být v dostupnosti N pro brambory. Jak sami autoři uvádí, v době této studie nebyla příliš dostupná data o senzorické kvalitě závisející na způsobu a aplikaci hnojení při pěstování brambor (Kidmose & Mølgaard 2002).

3.3 Agrotechnika brambor v EZ

Pěstování brambor závisí na mnoha faktorech, přičemž nejdůležitější je management celého pěstování s ohledem na požadovaný užitkový směr.

3.3.1 Rajonizace

Prvními kroky pro zemědělce jsou volba pozemku, agrotechnika na něm provedená a příprava sadby (Vokál 2013). Jelikož brambory patří do polních plodin s nízkým ochranným faktorem v souvislosti s erozí půdy, je vhodné zvolit pozemek se svažitostí do 8 % (Neuerburg & Padel 1994). Ideální druhy půd jsou lehké až středně těžké. Hodnota pH by se měla pohybovat od 5,5 do 6,5 (Hamouz 1994). Stará půdní síla, tedy dobrá zásoba živin, je důležitá pro uspokojivou a kvalitní produkci tržních hlíz. Pravidelná kontrola živin v půdě, vhodná agrotechnika v osevním postupu a aplikace správných hnojiv jsou dobrou cestou k zachování staré půdní síly na obdělávaném poli. Níže se zaměřím na pěstování převážně v EZ (Vokál 2013).

3.3.2 Výživa a hnojení

Hnojení je možné zahájit ihned po sklizni předplodiny. V případě obilné předplodiny se často co nejdříve realizuje výsev meziplodiny nebo při později sklizených předplodinách se aplikují až statková hnojiva či kombinace s dalšími vhodnými organickými hnojivy až na podzim (zapravení posklizňových zbytků, hnojení organickými materiály). Tato polní plodina není náročná na předplodinu, většina živin se tedy dodává organickými hnojivy, mezi které patří vyzrálý chlévský hnůj, sláma, kejda, močůvka, kompost, zelené hnojení nebo i digestát a kaly z vlastní ekofarmy čistíren odpadních vod (Hamouz 1994; Vokál 2013). Za ideální hnojivo lze považovat hnůj, zelené hnojení a kompost, přičemž právě kompost je vhodný k raným bramborám, které se pěstují hlavně v ranobramborářských oblastech s nadmořskou výškou do 300 m (Neuerburg & Padel 1994; Hamouz 2007). V případě použití zapravení slámy nebo zeleného hnojení je vhodné aplikovat i kejdu či močůvku (Vokál 2013). Dávky chlévského hnoje se pohybují podle Neuerburg & Padel (1994) od 20 do 30 t/ha, podle Hamouz (1994 a 2007) od 30 do 40 t/ha a podle Vokál (2013) kolem 30 t/ha, přičemž hnůj je okamžitě po aplikaci zapraven orbou.

3.3.3 Příprava sadby a půdy před výsadbou a založení porostů

Příprava sadby probíhá dvěma cestami – mechanickou a biologickou. První z nich zajišťuje odstranění příměsí, poškozených hlíz a dělení na 2 velikostní frakce (25-45 a 45-65 mm, což odpovídá hmotnosti 30-60 g). Tuto přípravu lze provést již po sklizni, vhodnější je však pozdně zimní termín. Biologická příprava probíhá buď předklíčením (delší proces trvající až 6 týdnů před výsadbou) nebo narašením (cca 2-3 týdny). Při předklíčení je dosaženo vytvoření klíčků na sadbových hlízách o velikosti 15-25 mm, při narašení se vytvoří klíčky dlouhé maximálně 5 mm (Neuerburg & Padel 1994; Vokál 2013).

Jarní příprava půdy spočívá v důkladném urovnání povrchu po podzimní orbě vláčením a prokypřením do hloubky 100 mm. Alternativním a stále více uplatňovaným postupem je odkameňování půdy, při kterém je půda dokonale prokypřena (nelze uplatnit v ekologickém zemědělství z důvodu nemožné mechanické kultivace během vegetace) (Vokál 2013; Holejšovský et al. 2023).

Termín sázení brambor se odvíjí od teploty půdy a lokality. Výsadba v ranobramborářské oblasti připadá již na polovinu března až konec dubna. V bramborářských oblastech je to pak minimálně o 14 dní později (Vokál 2013).

Výsadba hlíz se v běžných provozech provádí nejčastěji dvouřádkovým sazečem do hloubky velikosti hlíz (maximálně o 30 mm více). Pravidlo, které má v paměti každý zemědělec po více než 100 let, o mělkém sázení a vysokém nahrnování je vhodné zde připomenout. Množství sadby se pohybuje kolem 3 t/ha a spon sázení dle užitkového směru 62,5-75,0 x 20,0-38,0 cm (Hruška 1974; Hamouz 1994; Neuerburg & Padel 1994; Vokál 2013; Holejšovský et al. 2023).

3.3.4 Ošetřování porostů

Po založení porostu brambor je vhodná mechanická kultivace hrůbků pro omezení růstu plevelů. Ideální je provést během vegetace do velikosti porostu 25 cm alespoň čtyři operace – vláčení síťovými či prutovými branami, proorávku naslepo, plečkování a hrůbkování. Odstup jednotlivých operací se řídí růstovou intenzitou plevelů a jejich růstovou fází a vlhkostními podmínkami – běžně to v praxi odpovídá intervalu 10-14 dní. Nejčastějšími plevely brambor v ranobramborářské oblasti jsou laskavec ohnutý, ježatka kuří noha a pcháč rolní; v bramborářské oblasti (nadmořská výška 400-600 m) pak svízel přítula, pýr plazivý a merlík bílý. V konvenčním zemědělství (KZ) při pěstování brambor se běžně tyto druhy hubí herbicidy, v EZ si zemědělec musí vystačit s mechanickou kultivací (Hamouz 1994; Vokál 2013; Holejšovský et al. 2023).

Během vegetační doby je třeba řešit výskyt houbových chorob (plíseň bramboru) a omezit výskyt škůdců (mšice a mandelinka bramborová). V ekologickém zemědělství se proti plísni aplikují roztoky přípravků Champion 50 WP, Kuprikol 50 nebo Polyversum; na ochranu proti všem vývojovým stádiím mandelinky je to pak NeemAzal T/S nebo SpinTor (Vokál 2013).

Termín sklizně se řídí raností odrůdy, zdravotním stavem porostu, počasím či časovými možnostmi. U raných brambor probíhá sklizeň bez předchozího odstranění natě, hlízy mají tenkou slupku a jsou určené k okamžité spotřebě (Hamouz 1994; Hamouz 2007; Čepl 2012). U ostatních konzumních brambor a brambor pro průmyslové zpracování je důležité 2-3 týdny před sklizní mechanicky odstranit nať, aby se dotáhla slupka hlíz a byly tak méně náchylné k mechanickému poškození při sklizni a dalších procesech. Sklizeň probíhá většinou jednofázově, tedy vyorání hlíz a následné naložení na dopravní vůz. K dispozici jsou jednořádkové či dvouřádkové sklízeče. Některé již při sklizni odstraní příměsi zeminy a posklizňová úprava je jednodušší. Po sklizni je vhodné brambory ihned přetřídit od příměsí a zdravotně závadných hlíz. Poté následuje expedice k přímému prodeji či uskladnění. Skladování brambor může být prováděno v boxových paletách nebo formou volného uložení hlíz v klimatizovaných skladech. Před vlastním uskladněním brambor by mělo dojít k osušení, hojení a zchlazení hlíz. Tento postup významně snižuje výskyt skládkových chorob. Fusariová hniloba bramboru se řadí k nejběžnějším skládkovým chorobám (Hruška 1974; Vokál 2013).

Důležité je také udržovat správnou teplotu skladování. Na teplotě skladování se shodují autoři Hamouz (1994), Neuerburg & Padel (1994) i Vokál (2013). Pro sadbové brambory 2-4 °C, konzumní 4-7 °C a průmyslové využití 7-10 °C. Ideální teplota pro dlouhodobé skladování odpovídá 4 °C.

3.4 Kompost

Užití kompostu jako přírodního hnojiva v zemědělství může přispět v boji proti degradaci zemědělské půdy a tím i ochraně klimatu s ohledem na spotřebu anorganických hnojiv v tomto odvětví. Kompost napomáhá zlepšovat zpracovatelnost půdy, zvyšuje její sorpční schopnosti, přispívá k redukci chorob rostlin, snižuje dopady škůdců zemědělských plodin, zmírňuje vodní erozi, a naopak navyšuje vzcházivost osiv a sadby. Celkově podporuje vitalitu půdy a biodiverzitu, která se ve zdravé a funkční půdě nachází (Šlefr 2012). Toto organické hnojivo může pomoci zachovat zemědělskou půdu živou a zajistit její úrodnost. Intenzivní zemědělská činnost (KZ) poškozuje významně krajinu s negativním dopadem na půdu, která je degradována a pozbývá schopnosti plnit svou funkci (AVČR 2020).

3.4.1 Organické hnojivo

Vhodným organickým hnojivem pro hnojení porostů raných konzumních brambor může být kompost. Zejména u produkce raných konzumních brambor, lze z hlediska hnojení za optimální považovat stav, kdy péče o starou půdní sílu na stanovištích probíhá v rámci sledu všech plodin. Ideálním termínem pro aplikaci kompostu na pozemek, je podzim (podzimní orba, rytí). Při užití kompostu v zahradě, je lepší kvalitní kompost zapravovat na jaře. Při nedostatku kompostu nebo chlévského hnoje je ideální kombinace zeleného hnojení (Kasal et al. 2010).

Užití kompostu jako vhodného hnojiva při pěstování brambor v režimu EZ v klimatických podmínkách ČR doporučuje také studie provedená v roce 2016 v polních podmínkách na několika stanovištích. Kombinace kompostu, digestátu, zeleného hnojení a intenzifikačního vstupu (Hycol – E, povoleného v EZ) se ukázala jako vhodná z hlediska navýšení výnosu hlíz a bilance živin oproti kontrole (Hammerová & Gruber 2018).

Simard et al. (2000) zkoumali účinky kompostu z papírového kalu na výnos, biochemické vlastnosti a texturu půdy při pěstování brambor a pšenice. Aplikace kompostu v dávce 4 t/ha vedla k nejvyšším výnosům brambor v rámci výzkumu v porovnání s dávkami 0, 8 a 12 t/ha. V případě pšenice bylo dosaženo nejvyššího výnosu při dávce kompostu 8 t/ha. U obou plodin byly zjištěny pozitivní účinky na výnos a biochemický stav půdy u dávek kompostu 4-8 t/ha.

Výsledky dlouhodobého experimentu z roku 2023 naznačují, že použití kompostu namísto minerálního hnojení může do jisté míry nahradit rostlinami požadované živiny, především N, P, K. Značným problémem při tomto způsobu organického hnojení může být poptávka rostlin po N a dostupnost tohoto prvku prostřednictvím mineralizace. Studie probíhala u ozimé pšenice (asi 35–30 % celkové mineralizace N se vyskytuje mimo období sklizně). Dostupnost potřebného N se bude měnit v závislosti na druzích pěstovaných plodin, potažmo na jejich vegetačním období. Aplikace kompostu s cílem uspokojit poptávku plodin po N může mít za následek nerovnováhu živin, zejména nadbytek P. Přebytky a deficity živin také dále ovlivňují obsah extrahovatelných živin v půdě. Proto by hnojení kompostem mohlo mít pozitivní vliv na zvýšení úrodnosti půdy s nedostatečnou zásobou P, přičemž se tento deficit obvykle projevuje v režimu EZ. Kombinace kompostu s minerálním hnojivem může zajistit výnosy u všech zkoumaných plodin a má další výhodu v tom, že vyrovnává zásobu P. Jelikož kompost může navyšovat obsah rizikových látek v půdě (Cu, Zn, Ni), je nutné aplikovat vysoce kvalitní kompost s nízkou zátěží nežádoucích prvků, aby se zabránilo jejich zvýšenému příjmu rostlinami. Způsob, jak navýšit dostupnost mineralizovaného N je časté setí krycích plodin a úprava osevních postupů tak (ozimé plodiny, meziplodiny), aby byl N efektivně využíván. Studie doporučuje další výzkum v této oblasti (Reimer et al. 2023).

Ve Finsku se v 90. letech minulého stolení věnovali využití kompostu z ryb a materiálů spojených s rybolovem (rašelina, rákos, sláma a jejich směsi). Rybí kompost by mohl být perspektivní pro ekologické zemědělce, jelikož je tento materiál velmi bohatý na obsah N. Finští vědci zkoumali vliv kompostu z ryb, rašeliny, rákosu, slámy a jejich směsí na pěstování brambor a cibule. Během studie došli k závěru, že ideálním hnojivem z hlediska obsahu živin pro polní plodiny je kompost z ryb a slámy. V případě použití rybího materiálu je třeba dát pozor na přítomnost těžkých kovů (Roinila 1998).

De Souza Mendes et al. (2023) porovnávali dva druhy biokompostu vhodného jako hnojivo pro rodinné farmy. První varianta kompostu sestávala ze směsi kozího hnoje, zemědělského odpadu (brambory, salát, zelí a mrkev) a pilin, druhá pak pouze ze zemědělského odpadu a pilin. Půda ošetřená oběma biokomposty měla hodnotu pH 7,0, což naznačuje vhodnost využití těchto materiálů v zemědělství. První varianta byla bohatá na makroživiny – vysoký obsah organického C, N, P, Ca a K, naopak nízké koncentrace byly zjištěny u Mg.

Druhá varianta vykazovala vysoké koncentrace C a N, přičemž obsah P, Ca, K a Mg byl nižší v porovnání s první variantou biokompostu. Autor zdůrazňuje, že oba biokomposty měly nízké poměry C:N.

3.4.2 Historie kompostování v ČR

Kompostování má na našem území více jak stoletou tradici (téměř nejstarší na území Evropy) (Váňa 2002). V roce 1915 byla v Praze vybudována první kompostárna na čistírenské kaly, popel a rašelinu. V roce 1987 se pak produkovalo nejvíce kompostu s ohledem na významnou podporu státu, produkce kompostu činila cca 2,8 milionu tun. Po roce 1989 přestala bohužel podpora státu fungovat a výroba kompostu se snížila na 1,3 milionu tun ročně. V současnosti není produkce kompostu státem nijak zvlášť podporována (Kolektiv autorů Bioenergetika ZVT rok neznámý; Váňa 2002).

3.4.3 Legislativa – komposty ČR

Uvádění kompostů do oběhu prodejem (užívání kompostů) na zemědělskou půdu spadal pod zákon č. 308/2000 Sb. „o hnojivech", který je v současné době nahrazen zákonem č. 299/2021 Sb. Způsob výroby kompostu na kompostárně je usměrněn platnou normou ČSN 46 5735 Kompostování. Závaznost této normy je jen v některých bodech (Váňa 2002). Pastorek (2004) dále uvádí zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, který v současné době neplatí, jelikož je nahrazen zákonem č. 541/2020 Sb. (o odpadech). Na tyto zákony navazují prováděcí vyhlášky o hnojivech a odpadech. Podle zákona o hnojivech se kompost považuje za hnojivo. Pokud je jedna ze složek kompostu původem odpad, řídí se výrobce kompostů zákonem o odpadech (Komprsová 2022).

3.4.4 Rozdíl mezi registrací a certifikací kompostu

Certifikace kompostu zprostředkovává, díky nastavení systému, trvalé udržování a vylepšování parametrů kvality procesů kompostárny a kompostu. Certifikace definuje požadavky na výrobu a použití kompostu v systému ekologického zemědělství a kompostu s kaly z ČOV. „Kompost s certifikátem může být uznán jako organické typové hnojivo ohlašované u ÚKZÚZ v případě uvádění do oběhu, ale i pro uplatnění kompostu v zemědělském podniku jako takovém“. Registrací vzniká status uvedení kompostu (organického hnojiva) do oběhu (Hejátková 2021).

3.4.5 Proces kompostování

Procesem kompostování se snižuje objem a hmotnost vstupních materiálů, klesá obsah vody a dochází k potlačení patogenních a nežádoucích mikroorganismů. K rozkladu dochází za přítomnosti kyslíku (aerobní mikrobiální rozklad), přičemž kompostování musí být koordinováno tak, aby degradace vstupních materiálů probíhala bez vzniku zápachu a bez emisí methanu (Komprsová 2022).

Proces kompostování lze rozdělit do dvou základních fází, přičemž na obou procesech se podílejí živé mikroorganismy (půdní edafon):

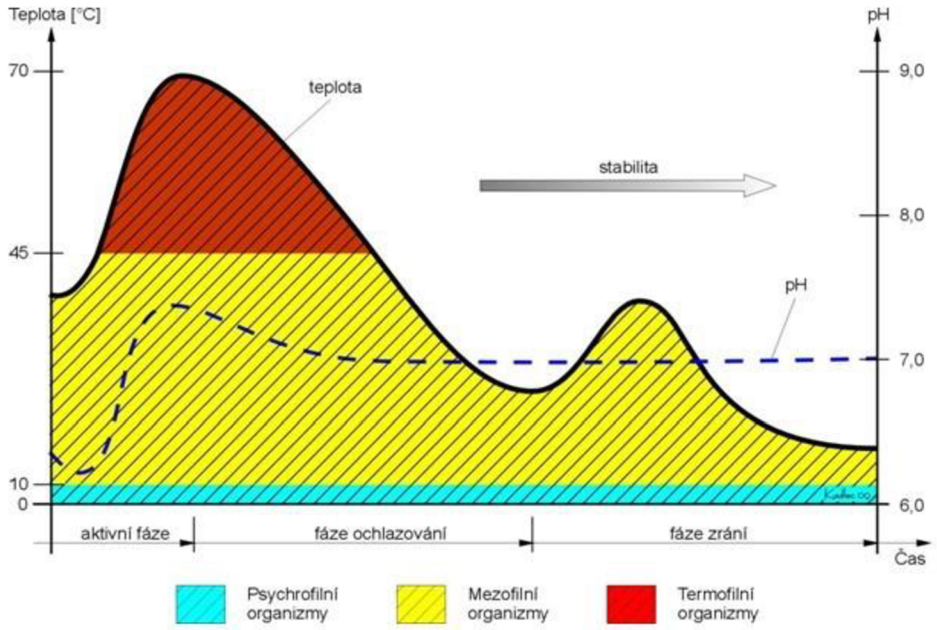
1) Mineralizace – přeměna organických látek na látky anorganické (přijatelné pro rostliny),

2) Humifikace – přeměna organických látek na humusové látky.

Doba vlastního kompostování trvá přibližně 12 týdnů, v průběhu tří základních fází (rozkladu, přeměny a zrání) dochází ke změnám ve složení a struktuře kompostovaného materiálu (Komprsová 2022).

Fáze rozkladu (mineralizace): trvá přibližně 3 týdny při teplotě 50–70 °C – proces hygienizace kompostu (hubení patogenních organismů).

Fáze přeměny: trvá od 4. do 10. týdne kompostovacího procesu – teplota postupně klesá (obrázek č. 2), probíhá zapracování živin do humusového komplexu, kompost dostává hnědou barvu a drobtovitou strukturu (vysoký hnojivý účinek).



Obrázek č. 2: Průběh teploty při kompostování (VŠB 2024)

Fáze dozrávání (syntézy): více zemitá struktura výsledného produktu, přeměna živého humusu na humus trvalý, živiny jsou zde již pevněji vázány (nižší hnojivý účinek), zvyšování účinku humusu (VŠB 2024).

Kompostováním se rozumí řízený biologický rozklad organických materiálů. Nevyzrálý kompost pak může mít neblahý dopad na růst rostlin a negativně ovlivňovat půdní prostředí. Při testování kvality kompostu se stanovuje obsah celulózy, kationtové výměnné kapacity, poměru C:N, poměr organického C ku organickému N a obsah mikroorganismů. Testy zralosti zemědělských kompostů se mohou jevit jako proměnlivé, například chybí korekce poměru C:N. Struktura OH, stupeň rozkladu a celková OH hmota byla v této studii zkoumána a hodnocena u 43 kompostů různého původu a s různým stupněm zralosti. Jako ukazatele pro zralost kompostu bylo použito jak množství organických látek, tak stupeň humifikace. Díky gelové chromatografii se ukázalo, že sloučeniny obsahující peptidy ve vodních extraktech se během

kompostování za optimálních podmínek rychle mění na sloučeniny s vyšší molekulovou hmotností, což korespondovalo s ostatními chemickými, fyzikálními a biologickými metodami pro stanovení zralosti a kvality kompostu. Vrcholy a poklesy CO_2 během kompostování se shodovaly s vrcholy a poklesy mikrobiální aktivity. Míra mikrobiální respirace by měla ukazovat na zralost kompostu (Henry & Harrison 1996).

Uhlík (C) jako základní stavební prvek všech organických sloučenin hraje významnou roli i v procesu kompostování, respektive jeho poměr C:N. Mikroorganismy v procesu kompostování využívají sloučeniny uhlíku jako zdroj energie a pro svůj růst. Dusík (N) je pak základním prvkem pro stavbu bílkovin, zároveň pro buněčnou reprodukci. Krátce řečeno, živé organismy vykazují 10 až 15 jednotek uhlíku na každou jednotku dusíku (ztráty uhlíku dýcháním (CO_2), proto je nutný vyšší poměr C:N). Při procesu kompostování je žádoucí vstupní složky kompostu s příliš nízkým nebo příliš vysokým poměrem C:N smíchat s jinými surovinami, dojde tak k lepšímu poměru živin. Ideální poměr vstupních surovin je C:N 25:1 až 40:1, při tomto poměru obou prvků může docházet k aktivnímu procesu kompostování, přičemž počáteční poměr C:N od 20:1 do 60:1 vede k úspěšnému kompostování. V případě C:N nižším než 20:1 je sice proces kompostování rychlý, ale mikroorganismy využívají uhlík a nepřeměňují dostatečně dusík dostupný v kompostu na buněčné sloučeniny. Nevyužitý N se pak přeměňuje na neorganické sloučeniny dusíku (NH_3, N_2O), které pak těkají a znečišťují atmosféru. Při tomto nežádoucím poměru C:N může dojít až k 50% ztrátám celkového počátečního N do atmosféry. Vhodný počáteční poměr C:N je nad 30:1, při tomto poměru nedochází k tak vysokým ztrátám dusíku při kompostování. Naopak vysoký počáteční poměr C:N (nad 40:1) zapříčiňuje pak zpomalení procesu kompostování, jelikož při nedostatku N v počáteční fázi kompostování nemůže nasytit žádoucí množství organismů k rozkladu dostupného dusíku. Platí tedy, že se zvyšujícím se poměrem C:N se rychlost kompostování výrazně zpomaluje. U většiny aplikací však kompostování probíhá dobře i se směsmi surovin s poměrem C:N až 60:1. Může se jevit jako výhodné stanovit počáteční poměr C:N vyšší, než bývá vhodný pro mikroorganismy. Zatímco vyšší poměr může snížit rychlost kompostování, pomalejší tempo může pak působit na proces přeměn v kompostu pozitivně. Kromě toho suroviny s vysokým poměrem C:N obvykle obsahují dobrý podíl suchých a objemných materiálů, jako je štěpka, listí a piliny (zvýšení pórovitosti, provzdušňování, eliminace nežádoucího zápachu). Různé sloučeniny obsahující C mají jinou rychlost rozkladu (lignin, celulóza). Lze konstatovat, že skladba vstupních materiálů ke kompostování s vhodným poměrem C:N má vyšší vliv, než je dostupnost živin. Efekt vstupních surovin (vhodná skladba suchých a vlhkých surovin) může mít vliv na proces kompostování, spolu s vyváženým poměrem C:N (Oshins et al. 2022).

OH obsažená ve vstupních materiálech kompostu podléhající aerobnímu mikrobiálnímu rozkladu je závislá na poměru C:N (C se rovná polovině OH). Kompostovaný materiál s poměrem C:N nižším než 10:1 se rozkládají velmi rychle a jsou mikrobiologicky dobře využitelné. Naopak hmoty s širokým poměrem C:N nad 50:1 se rozkládají pomalu. Níže citovaná tabulka (č. 1) prezentuje příklady skladby faremního kompostu poměr C:N a hodnotu pH pro kompostovatelné materiály (z údržby TTP, pastvin, neprodukčních ploch a nepoužitelného sena) i samotný kompost. Faremní kompost lze při jeho dobré kvalitě využít

jako vhodné kvalitní hnojivo při pěstování brambor zejména v EZ. Množství OH pak ovlivňuje výnos plodin a udržuje půdu funkční a živou (Kovaříček et al. 2012).

Tabulka č. 1: Faremní hodnoty pro poměr sláma vs. tráva (Kovaříček et al. 2012 upraveno autorem práce)

Surovina	Objem	Objemová hmotnost	Hmotnost	Vlhkost	C : N	pH	Celková hmotnost
	m^3	$t.m^{-3}$	t	%			t
Sláma	1	0,135	0,135	19	90	6,9	1,383
Tráva	3	0,416	1,248	80,1	13,8	8,7	
Kompost	-	-	0,502	42,2	16,9	7,8	0,502

3.4.6 Aditiva v kompostu

Na základě rostoucích obav veřejnosti z vysokých dávek průmyslových hnojiv a hromadícího se průmyslového odpadu byla vypracována studie týkající se využití kmene houby *Trichoderma atroviride* jako aditiva k urychlení procesu výroby kompostu bohatého na huminové kyseliny. Jak autoři ve studii uvádí, podle OSN může použití organických hnojiv jako je kompost a vermikompost vyřešit rostoucí potřebu produkce potravin, především v zemích třetího světa a zároveň zachovat zdravé životní prostředí. V této studii byl použit jako základ pro kompost odpad z produkce rýže a destilační odpad z pelargonie. Kompost a vermikompost byl inokulován výše uvedenou houbou, která pomáhá rozkládat celulózu a lignin v rostlinném materiálu s cílem urychlit proces degradace agroodpadu použitého jako substrát pro kompost a vyšší obsah huminových kyselin (HK) ve výsledném kompostu a vermikompostu. Autoři studie uvádí pozitivní vliv houby kmene *Trichoderma atroviride* při urychlení procesu kompostování a obsahu HK v kompostu. Kvalitní kompost pak může sloužit jako organické hnojivo v zemědělství, a tím i řešit již zmíněný problém s vysokými dávkami chemických látek v tomto sektoru a zátěží životního prostředí. Kompostu zároveň může snížit produkci odpadu z tohoto odvětví (Maji et al. 2015).

Studie v subtropických podmínkách, zabývající se zvýšením obsahu živin v obohacených kompostech, zkoumala tři typy aditiv, které byly připraveny smícháním 20 % hořčičného oleje, 30 % drůbežího hnoje nebo kravského hnoje, nebo bahna z lisování cukrové třtiny vždy s 50 % kompostu (pocházející z tuhého komunálního odpadu). Do každé varianty obohaceného kompostu byla naočkována *Trichoderma viride*. Dávka kompostu aplikovaného při pěstování brambor činila 10 t/ha. Všechny upravené komposty zvýšily výnos brambor (nejvíce u bahna z lisování cukrové třtiny – o 65 % oproti kontrole hnojené neupraveným kompostem). Stejná varianta obohaceného kompostu zajistila vyšší obsah živin (N, P, K, S) v hlízách brambor. Ze studie vyplývá, že obohacením kompostu se zvyšuje jeho účinnost jako organického hnojiva (Sultana et al. 2023).

3.4.7 Kvalita kompostu

Kvalita kompostu je ovlivněna z velké míry kvalitou vstupních materiálů (surovin či odpadů) a dodržením správného technologického postupu procesu kompostování. Odpady

určené ke kompostování musí být v souladu se zákonem o odpadech č. 541/2020 Sb. a příslušnou prováděcí vyhláškou o nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (Komprsová 2022).

Významnou roli hraje samotná kvalita kompostu (vyzrálý kompost), aerobní přeměnou za optimálních teplot zde probíhají procesy jako je rozvoj mikroflóry, intenzivní přeměna OH (při vyšších teplotách), stabilita organických látek. Za splnění těchto podmínek pak vzniká kvalitní organické hnojivo (Kasal et al. 2010).

Zralost kompostu s vyšší koncentrací C (nízkým obsahem popela) a větším obsahem sušiny v kompostu měly vyšší pozitivní vliv na kvalitu půdy při pěstování brambor. Jak tato studie naznačuje, je pro účinnost kompostu pro zvýšení kvalitativních znaků zemědělské půdy nezbytné volit kvalitní a vyzrálý kompost (Wilson et al. 2018).

I další studie zabývající se hodnocením zralosti kompostu porovnávala několik metod (například chemické vlastnosti, mikrobiální respirační aktivita, testy klíčivosti semen a rozpuštěný organický C stanovený jeho koncentrací. Stabilita a zralost kompostu jsou různé vlastnosti kompostu a obě jsou potřebné pro kontrolu kvality kompostu. Výsledkem studie bylo také zjištění, že analýza rozpuštěného organického C se jeví jako jednoduchý a komplexní ukazatel jak stability, tak i zralosti kompostu (Wu et al. 2000).

3.4.8 Navýšení organické hmoty v půdě

Aplikací kompostu do orné půdy můžeme navýšit zásobu organické hmoty (OH), a tím zlepšit fyzikální vlastnosti půdy. V případě těžkých hlinitých a jílovitých půd (efekt až trojnásobně vyšší oproti půdám lehkým a písčitým; tabulka č. 2) lze touto metodou snížit objemovou hmotnost půdy, čímž dojde ke zlepšení její struktury a výživných vlastností (Kovaříček et al. 2012).

Dvouletá kanadská studie v polním pokuse (2014-2015) prokázala účinek kompostu na zvýšení OH v půdě. Užitím kompostu lze zvrátit proces degradace a vyčerpání půdy při pěstování zemědělských plodin. V porovnání s nehnojenou kontrolou měla aplikace kompostu vliv na zvýšení pH půdy a pozitivní vliv na koncentraci extrahovatelných živin – Mehlich III. (K, Ca, Mg a S). Kompost snížil objemovou hmotnost v hrůbcích o 8 % (v průběhu dvou let). Došlo k navýšení organického C v půdě o 24 %, a také se zvýšil oxidovatelný C a zvýšila se prodyšnost půdy (Wilson et al. 2018).

Tabulka č. 2: Doporučené dávky N (kompost a další organická hnojiva; Kasal et al. 2010)

Základní dávka N v kg/ha	*Lehké písčité půdy*	*Střední až těžší půdy*
bez organického hnojení	140	120
Odpočet N v kg/ha		
Po vikvovité předplodině	-30	-20
Při podzimním zapravením hnoje v dávce 30-40 t/ha	-30	-20
Při dávce kompostu Bioorganic cca 8-10 t/ha	-30	-20

Také další dlouhodobá německá studie (1994-2004) zabývající se vlivem kompostu na obsah OH v půdě potvrzuje pozitivní vliv tohoto organického hnojiva na zlepšení kvality zemědělské půdy (nárůst OH oproti nehnojené kontrole o 15-20 %). Aplikace kompostu vykazovala pozitivní vliv na obsah půdní mikrobiální biomasy a zvýšení aktivity alkalické fosfatázy, navýšení obsahu P a K dostupných pro rostliny a stabilitu půdních agregátů. Došlo k navýšení Pb a Zn. U Cd a Cu nebyl zaznamenám velký rozdíl oproti kontrole (Emmerling et al. 2010).

3.4.9 Retence vody v půdě

Mělce zapravený kompost ovlivňuje retenci vody v půdě (při aplikaci 10 t/ha kompostu v hloubce 100 mm se zvýšilo zadržení vody v hlinitopísčité půdě o 1 %, v případě jílovitohlinité až o 3 %) (Kovaříček et al. 2012). Spíše opačný účinek (zadržení vody v půdě), v případě využití kompostu jako mulče, zjistili i Král & Dvořák (2022). V této studii však došlo k obratu ve prospěch kompostů, jelikož v druhé polovině vegetace byly vyšší úhrny srážek.

3.4.10 Rizika aplikace kompostu

Víceletá rakouská studie probíhající na území Panonské pánve (klima chudší na srážky, léto spíše horké, zima mírně studená, kontinentálně ovlivněné) (Podnebí 2023) nepotvrdila vyšší vyplavování N za použití hnojení kompostem a kompostem spolu s minerálním hnojením do spodních vod při pěstování raných brambor (ozimé pšenice, ječmene, žita). Výsledky této studie naznačují, že v této klimatické oblasti nepředstavuje hnojení kompostem vyšší riziko pro vyplavování N do spodních vod než při minerálním hnojení (Erhart et al. 2007).

Hromadění těžkých kovů v půdě může mít vliv na zhoršení kvality zemědělské půdy. Rakouská studie trvající 10 let se zabývala množstvím těžkých kovů v půdě při dlouhodobém hnojení kompostem (aplikační dávka 95, 175, 225 t/ha). Sledovány byly koncentrace Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, přičemž tyto prvky nevykazovaly žádné rozdíly, co se týče obsahu oproti nehnojené kontrole. Obsah Zn se zvýšil v pokusu s nejvyšší použitou dávkou kompostu, přičemž výsledek odpovídal spíše zatížení kompostu právě tímto prvkem. Ani ostatní sledované prvky nevykazovaly markantní rozdíly oproti hodnotám znečištění půd v jiných studiích. Studie potvrdila fakt, že ani po 10leté aplikaci kvalitního kompostu nedochází k nadlimitní zátěži půdy těžkými kovy (Erhart & Putz 2008).

Další pětiletá studie se zabývala zátěží půdy těžkými kovy při dlouhodobém použití kompostu, kde substrátem pro kompostování byl bioodpad. Výsledkem této studie, je že užití kompostu jako organického hnojiva nezvyšuje příjem těžkých kovů Cd, Mn, Mo a Ni (oproti kontrole) rostlinami a nezatěžuje životní prostředí. Jako v předešlé studii byl zjištěn vyšší obsah Zn při aplikaci kompostu. Vyšší obsah byl naměřen i u Pb. U použití kompostu a minerálního hnojiva byla vyšší koncentrace Cu a Zn v pěstovaných plodinách oproti nehnojené kontrole. Bylo dále zjištěno, že minerální hnojivo inhibovalo obsah Mo v rostlinách. V jednom pokusném roce zvyšovalo pak minerální hnojení obsah Cd v hlízách brambor, ve srovnání s kontrolou. Studie naznačuje, že riziko zátěže těžkými kovy může být sníženo na minimum díky organizačním a technickým opatřením při sběru bioodpadu (vstupní suroviny) a samotném

procesu kompostování. Studie také ve výsledcích uvádí snížení obsahu Cd v rostlinách, za použití aplikace kompostu. Ten pak může být ekonomicky zajímavý z hlediska biorecyklace odpadu a zároveň sloužit jako doplnění důležitých minerálních živin do půdy chybějících při odběru těchto látek při pěstování rostlin v zemědělství, a tím ekologickým způsobem dlouhodobě zlepšovat úrodnost půdy (Bartl et al. 2002).

Studie z roku 2017 zkoumala koncentrace těžkých kovů v organicky bohatých půdách, tedy po zapravení organických hnojiv. Byly zkoumány varianty těchto hnojiv v půdě (proveden výluh): čisticí kaly z ČOV, kompost z tuhého komunálního odpadu, drůbeží hnůj, ovčí hnůj, houbový kompost a zbytky brambor, pšenice a řepky. Kadmium (50 mg/l $CdCl_2$), nikl (50 mg/l $NiCl_2$) a zinek (50 mg/l $ZnCl_2$) přidané do výluhu byly následně monitorovány. Obecně, po přidání všech přísad do výluhu, se zvýšila hodnota pH roztoku. V kontrolním vzorku (půda bez organických hnojiv) byly ionty těžkých kovů absorbovány – málo mobilní. U variant s organickým materiálem se retardační faktor (Rf) snížil, což znamená, že mobilita těžkých kovů se zvýšila. Nejvyšší Rf měly vzorky se zbytky pšenice, kompostu z tuhého komunálního odpadu a houbového kompostu. Nejnižší Rf byl zjištěn u vzorků se zbytky brambor a drůbežího trusu, což zvyšuje dostupnost těžkých kovů v půdě (Jalali & Latifi 2018).

Elbl et al. (2015) uvádí, že aplikace kompostu v nádobovém pokusu zvýšila obsah P v půdě, a měla pozitivní vliv na ztráty N z půdy. Zkoumaný efekt kompostu na půdní vlhkost, měl v tomto pokusu sekundární účinek.

3.4.11 Vliv kompostu na choroby a škůdce polních plodin

Potlačení výskytu a množení *Ralstonia solanacearum* (hnědá hniloba brambor, působící největší škody v tropických oblastech, v poslední době i v mírném pásu; Wasserbauerová 2019) způsobující vadnutí brambor a jiných rostlin za aplikace kompostu, bylo spolu se solarizací (metoda dezinfekce půdy, plastová folie jako pokryv půdy, vzniká teplota mezi 42 a 60 °C), podle místa aplikace (Cherlinka 2023) předmětem této studie. Studie byla realizována v rámci polního a nádobového pokusu. Samotná solarizace bez použití kompostu nijak významně neovlivnila přežití ani šíření patogenu (testy PCR). Přidání kompostu mělo za následek pokles populace původce choroby hniloby brambor a snížení počtu napadených rostlin v testech supresivity. Stěžejním zjištěním této studie v nádobovém i v polním pokusu byl silný inhibiční účinek kompostu proti patogenu *Ralstonia solanacearum*. Kombinace kompostu a solarizace byla účinná významně pouze u nádobového pokusu. Obě metody naznačovaly zvýšení úrovně supresivity půdy vůči patogenu. Tyto výsledky tedy podporují názor, že přídavky organické hmoty (kompostu) do půdy mohou zvýšit antagonismus vůči *Ralstonia solanacearum*. Přesto, že tato studie exaktně neprokazuje účinek kompostu, podle dostupných literárních dat se dá předpokládat, že účinek je biotický, tedy že potlačení patogena souvisí se strukturou půdního mikrobiálního společenstva, tedy antagonistickými organismy vůči *Ralstonia solanacearum*. Jak studie uvádí, účinky antagonistických mikroorganismů prostřednictvím organických aditiv byly zkoumány i v jiných pokusech, přičemž právě biologická půdní aditiva mohou poskytovat potenciálně účinnou formu biologické kontroly rostlinných patogenů (díky obsahu biologicky aktivních molekul – vitamíny, růstové regulátory, toxiny a huminové látky s nízkou

molekulovou hmotností, potencionální účinek na půdní mikroflóru). Účinek aplikace kompostu pak může, jak autor uvádí, ovlivňovat kvalita a vyzrálost aplikovaného kompostu. Je pravděpodobné, že právě stupeň zralosti kompostu má přímý vliv na mikrobiální složení kompostu. Může být tedy rozhodující, jaké biotické faktory za inhibičními účinky stojí. Ke zjištění konkrétní role a antagonistů různých patogenů je zapotřebí další výzkum v této oblasti (Schönfeld et al. 2003).

Forge et al. (2015) zkoumali využití rostlinných materiálů jako alternativ k ošetření půdy fumigací v boji proti parazitickým háďátkům (Nematoda, konkrétně *Pratylenchus penetrans*) při pěstování maliníků v USA. V roce 2009 a 2010 před výsadbou maliníku byly jednotlivé pokusné části pole ošetřeny variantami: fumigace, aplikace kompostu v dávce 250 m^3/ha, aplikace drůbežího hnoje na jaře v dávce 20 m^3/ha, 250 m^3/ha, ozimý ječmen jako krycí plodina a kontrolní varianta bez ošetření. V obou letech došlo ke snížení populace parazitických háďátek u variant ošetření kompostem a drůbežím hnojem v dávce 250 m^3/ha na stejnou úroveň jako v případě využití fumigace. U varianty ošetřené drůbežím hnojem v dávce 250 m^3/ha došlo ke zvýšení koncentrace dusičnanů (NO_3) v půdě, což naznačuje riziko vyplavování dusičnanů z půdy. U ošetření kompostem zvýšené koncentrace NO_3 nebyly zjištěny.

3.4.12 Vliv kompostu na biologickou aktivitu půdy

V roce 1997 Pfotzer & Schüler (1997) měřil půdní biologickou aktivitu po aplikaci několika variant kompostu na brambory. Výzkum prováděný v polních podmínkách v rámci projektu zkoumal dlouhodobé účinky aplikace kompostu na vlastnosti půdy. Použitým materiálem byl kompostovaný statkový hnůj bez rohoviny, kompostovaný statkový s rohovinou, biogenní odpadní kompost, a minerální hnojivo. Nejvyšší půdní biologická aktivita byla zjištěna po aplikaci zkompostovaného biogenního odpadu. Bajerová (2023) uvádí, že zvýšená biologická aktivita půdy urychluje mineralizaci a humifikaci, což může mít pozitivní vliv na redukci patogenních organismů (napadající rostliny) přežívajících na posklizňových zbytcích, které se díky zvýšené biologické aktivitě půdy rychleji odbourávají.

3.5 Mulčovací technologie

Mulčování plodin může snížit odpařování vody z půdy, potlačit růst plevelů, omezit vyplavování hnojiv a živin z půdy, regulovat plevele, pozitivně ovlivňovat dopad na denní a sezónní výkyvy teplot. Zároveň tyto technologie zvyšují propustnost půdy, přidávají do ní živiny a mikroživiny, vyrovnávají změny pH, a pozitivně ovlivňují půdní vlhkost. Zároveň může dojít k navýšení obsahu těžkých kovů v půdě (Roe et al. 1992).

V souvislosti se změnou klimatu se zemědělci na celém světě potýkají s mnoha problémy. Studie z roku 2021 se zabývala vlivem minimalizace zpracování půdy a pestrých osevních postupů a použití mulče na zadržování vody a zvýšení odolnosti půdy vůči nepříznivým klimatickým podmínkám. Dále autoři zkoumali vliv šetrného hospodaření na obsah organického C v půdě (navýšení organické hmoty). Tímto tématem se zabývaly mnohé studie,

které došly k různým výsledkům. Retence vody v půdě souvisí s obsahem organické hmoty (OH). Při zvýšení podílu OH se navyšuje retence vody. V opačném případě dochází ke snížení úrodnosti půdy. Jako možnost se jeví použití mulče v rámci půdoochranné technologie, díky níž se zvyšuje infiltrace (snižuje odtok vody a smyv půdy) a vodní kapacita půdy, která následně zadržuje vlhkost po delší dobu, čímž jsou snižovány požadavky na zavlažování (nižší náklady). Aplikace mulče přispívá k toleranci rostlin vůči suchu. Bez ohledu na výsledky této studie, je třeba zohlednit půdní typ, lokalitu pozemku a pěstební systém. Půdoochranné technologie mohou být východiskem k řešení současných i budoucích klimatických změn, zejména pak v polosuchých a suchých pěstebních oblastech (Abdallah et al. 2021).

Podle Dvořáka (2013) půdoochranné technologie (různé typy mulče) mohou snižovat výpar půdy, pomáhat proti erozi, dodávat živiny do půdy, a tím zvyšovat její úrodnost. Za důležité autor považuje jak správné načasování aplikace mulče, tak výběr půdoochranné technologie (půdní a klimatické podmínky stanoviště), neboť právě termín správné aplikace mulče může mít jak pozitivní, tak i negativní dopad na porost (vyšší nebo nižší vzcházivost, ochrana proti škůdcům a patogenům). Co se týče termínu aplikace mulče u brambor, více se osvědčila aplikace mulče po vzejití porostu (možnost mechanické kultivace, kontrola zejména víceletých plevelů). V případě vysoké vlhkosti půdy je vhodné aplikovat mulč ihned po výsadbě brambor před vzejitím rostlin (nemožná kultivace mechanizací). Mulč u brambor zejména v oblastech s nižším výskytem srážek během vegetace příznivě ovlivňuje půdní vlhkost a snižuje výskyt strupovitosti brambor. Autor uvádí, že mulč reguluje teplotu půdy a obsah vody v půdě.

3.5.1 Rostlinný materiál (sláma a travní hmota) jako mulč

Slaměný mulč ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, chemické parametry a půdní mikrobiální populaci (Döring et al. 2006). Podle Krále et al. (2020) mělo mulčování slámou a kompostem pozitivní vliv na snížení ztráty půdy vodní erozí při pěstování brambor, jak prokázala tříletá studie na pokusném stanovišti ČZU v Uhříněvsi. Aplikace slámy (v dávce 2,5 t/ha a 4,5 t/ha) a kompostu jako mulče (v dávce 20 t/ha) po výsadbě na povrch půdy významně ovlivnila smyv půdy během vegetace. Největší vliv byl zaznamenám u mulče slámy v jednom pokusném období (72 % oproti kontrole), přičemž dávka použitého mulče (2,5 t/ha nebo 4,5 t/ha) neměla významný vliv na úroveň smyvu. Kompost jako mulč oproti slámě nevykazoval takový ochranný efekt. Byl ale vyhodnocen jako možný ochranný prostředek (protierozní postup) v porovnání s kontrolou (o 52 % nižší smyv než u kontroly). Autoři studie uvádí, že na smyv půdy má zásadní vliv při mulčování rozložení a intenzita srážek během vegetace s tím, že čím více srážek dopadne na povrch půdy v krátkém intervalu, tím více je půda degradována. Podle Krále et al. (2019) měl mulč i produkční efekt. Slaměný mulč zvýšil výnos tržních hlíz (o 21,2 % oproti kontrole). Kompost jako mulč zvýšil výnos bramborových hlíz o 10,1 % a slaměný mulč o 12,8 % v porovnání s kontrolou (v průměru let 2016–2018).

Dvořák (2013) uvádí, že použití slámy jako mulčovací technologie u brambor nemusí být výhodné z hlediska nutnosti dodání N (široký poměr C:N u slámy, deprese N, snížení výnosu plodin) dodatečným hnojením, stejně jako při zaorávce slámy, a to i s ohledem na benefity

tohoto materiálu (dobrá dostupnost a skladovatelnost). Autor doporučuje volbu takového materiálu, při jehož aplikaci nedochází ke zhoršení dostupnosti živin v půdě (jetelotravní a vojtěškové senáže, nekvalitní seno z farmy, další rostlinné materiály či odpady s dobrým poměrem C:N). Dále autor uvádí, že rozkládající se travní mulč měl vliv na zvýšení obsahu chlorofylu a N v listech brambor (lepší dostupnost živin, vyšší vlhkost půdy). Použití travního mulče mělo podle autora vliv na snížení larev mandelinky bramborové (v místech s vyšším výskytem).

Souhrnně lze říci, že se projevila jasná tendence k mírnému výskytu plísně bramboru při mulčování slámou, zatímco aplikace mulče neměla vliv na snížení černé skvrnitosti hlíz brambor. Mulč nevykazoval výrazný vliv na teplotu a vlhkost vzduchu, ale ovlivňoval tyto ukazatele na stanovišti v období bezprostředně po skončení vegetace. Má se za to, že užití slámy jako mulče zvyšuje vlhkost půdy (snižuje výpar). Studie prokázala vyšší teplotu půdy pod slaměným mulčem oproti nemulčované kontrole. Vrstvu mulče můžeme nazvat tepelným izolátorem. Mulč může také vést ke snížení povrchových a vzdušných teplot, zejména v případě suché půdy. Další možné příčiny sníženého odpařování mohou zahrnovat zvýšenou tvorbu rosy a nižší teplotu během noci. Jedná se o poměrně složitou interakci mezi transpirací, teplotou vzduchu, vlhkostí půdy, vlhkostí vzduchu a teplotou půdy. Je zapotřebí komplexně vysvětlit, proč má sláma vliv na mikroklima, a tedy provést další efektivní měření (Döring et al. 2006).

Slaměný mulč výrazně snižuje dopad dešťových kapek na půdu. Infekce *Phytophthora infestans* jsou značně závislé na vysoké vlhkosti (k napadení dojde pravděpodobně v noci), přesto v případě mulčovaných porostů nedošlo s ohledem na větší vlhkost v porostu k většímu výskytu choroby. Naopak, jak naznačuje studie, bylo zjištěno snížení výskytu choroby v důsledku mulčování, ačkoli tento účinek byl významný pouze ve třech pokusech. Na šíření chorob v porostu má vliv i výživný stav rostlin. Je známo, že infekce *Phytophthora infestans* pozitivně reaguje na obsah N v listech bramboru. Studie poukazuje, že neexistují žádné přímé důkazy o sníženém obsahu N v listech brambor, které byly mulčovány. Z pokusu je také zřejmé, že hraje roli i množství aplikovaného mulče, přičemž vyšší koncentrace mulče, měla vyšší efekt proti šíření plísně na hlízách. Z hlediska termínu aplikace se tedy výhodnější jeví aplikovat slaměný mulč až na vzešlý porost. Vzhledem k výsledku této studie (slaměný mulč měl tendenci snižovat výskyt plísně a zároveň neměl vliv na výskyt černé skvrnitosti hlíz bramboru), se jeví použití slámy jako mulče vhodným pěstitelským postupem (Döring et al. 2006).

V EZ při pěstování brambor zemědělci často bojují s chorobami plodin a nedostatkem živin. Další studie se zabývala i aplikací čerstvé travní hmoty a organického hnojení z pohledu vlivu na napadení plísněmi, zvýšení výnosu a kvality tržních hlíz brambor v systému EZ. Aplikovány byly celkem čtyři rozdílné dávky drůbežího hnoje (0 kg/ha, 1000 kg/ha, 2000 kg/ha a 3000 kg/ha), které byly zapraveny do půdy ve fázi před výsadbou brambor v kombinaci s a zároveň bez čerstvého mulče (6000 kg/ha) z nasekané sloní trávy. Autoři studie došli k závěru, že aplikace čerstvého travního mulče zvyšuje účinek organického hnojení při výsadbě brambor, zároveň zapravení čerstvého travního mulče snižuje výskyt plísní v systému EZ. Aplikace drůbežího hnoje před výsadbou zvyšuje celkový výnos, ale zároveň snižuje hmotnost tržních hlíz brambor ve spojení s čerstvým travním mulčem. Použití drůbežího hnoje před

výsadbou hlíz a aplikace čerstvého travního mulče po hrůbkování zlepšuje udržitelné pěstování brambor (Yagi et al. 2020).

Bound (2014) porovnával účinky organických materiálů kompostu a konopného mulče při pěstování brambor (kultivar Russet Burbank) a ledového salátu (odrůda Iceberg). U brambor byly prokázány vyšší výnosy v případě zapravení kompostu v dávce 10 t/ha. Varianta s aplikací konopného mulče vykazovala nejnižší výskyt strupovitosti hlíz. Obsah N a P v půdě i listech plodin se nelišil v žádné variantě. Konopný mulč zvýšil obsah K v půdě i listech. Půdní vlhkost nebo objemová hmotnost půdy nebyla ovlivněna.

3.5.2 Mulče z plastů

K mulčování lze využít i plastové materiály. Benefity černé netkané mulčovací textilie byly sledovány v polním pokuse v roce 2008 v rámci ekologické produkce brambor, přičemž užití této technologie bývá v zemědělské praxi náročné. V pokuse byly hlízy ručně vysázeny do připravených a nakrytých hrůbků mulčovací textilií. Černá mulčovací textilie zajistila rychlejší vzejití rostlin, neboť aplikace mulče měla pozitivní vliv na teplotu půdy v hloubce 100 mm. Vyšší teplota půdy ovlivnila evapotranspiraci. Z hlediska konečného výnosu hlíz bylo použití mulčovací textilie ztrátové (nižší výnos konzumních hlíz o 1,4 t/ha oproti kontrole). Podle autorů však tato technologie může účinně regulovat plevele (výhodné zejména pro EZ). Pod mulčem byly detekovány nižší sací tlaky půdy v hloubce 250 mm, což koreluje s vyšším množstvím vody v půdě (statisticky průkazné po výsadbě a na konci vegetace) (Dvořák et al. 2009).

Podle Dvořáka (2013) užití mulčovací textilie mělo v teplejších oblastech při pěstování brambor negativní dopad na výskyt mandelinky bramborové. Jak autor uvádí, byla v některých letech dokonce zjištěna preference tohoto škůdce na stanovištích ošetřených tímto druhem mulče. Díky vyšším teplotám půdy pod mulčovací textilií se projevil vyšší výskyt mandelinky bramborové (významnější kladení larev a tím vetší požer porostu). Mulčovací textile má významný vliv zejména na snížení plevelů. Zemědělec musí v případě užití této mulčovací technologie zohlednit všechny náklady spojené s její aplikací a samotným pořízením (náklady na mechanizovanou pokládku a její odstranění z pozemku).

3.6 Kompost jako mulč

Nguyen et al. (2013) uvádí, že povrchová aplikace kompostu může snižovat výpar a zvyšovat příjem živin rostlinami. V australské studii kompost jako mulč v pokusu při pěstování vinné révy zvýšil obsah vody v půdě v hloubce 10 cm, přičemž aplikace kompostu jako mulče neměla vliv na obsah vody v hlubších vrstvách půdy. Kompost také nevykazoval dopad na rychlost transpirace a stomatální vodivost během vegetace u této plodiny. Naopak kompost zvýšil intenzitu fotosyntézy v období kvetení, velikost bobulí a pozitivně ovlivnil zralost produkce. Mulčování zvýšilo výnos, koncentraci chlorofylu, obsah N a P v listech, hmotnost bobulí a snížilo počet chlorotických listů při sklizni. Kompost jako mulč vykazoval

pozitivní vliv na výnos plodiny bez negativního vlivu na kvalitu bobulí. Aplikace kompostu v průběhu vegetace může být alternativním zdrojem hnojiva pro vinnou révu, zejména při udržitelném obhospodařování vinohradu. Autor dále uvádí, že je zapotřebí dalšího výzkumu, který se bude věnovat dlouhodobému vlivu kompostu na fyziologii, růst, výnos a kvalitu vinné révy.

Kompost se ve velké míře používá ke zvýšení úrodnosti půdy a bývá nejčastěji zapravován do svrchní vrstvy půdy. Tato studie zkoumala vliv kompostu jako mulče, oproti klasickému způsobu aplikace zapravením do půdy při pěstování póru. Ve studii byl použit kompost z organického odpadu ze zahrad a parků a kompost z domácností. Zahradní a parkový kompost byl aplikován ve 2,5x větším objemu než kompost z domácností, tím se kompenzoval jeho nižší obsah živin. Půda na pokusném stanovišti byla písčitohlinitá nebo hlinitá. Každá z osmi kombinací proměnných (způsob aplikace, typ kompostu a druh půdy) byla opakována třikrát s 20 rostlinkami pórku v každém opakování. Výsledkem studie bylo zjištění, že vyšších výnosů bylo dosaženo při aplikaci kompostu jako mulče (průměrný výnos 78 g čerstvé hmoty na rostlinu ve srovnání s 59 g na rostlinu z parcel se zapracovaným kompostem). Samotné mulčování vedlo k vyšší kvalitě produkce a výnosu póru oproti variantě u zapraveného kompostu. Průměrné výnosy sušiny u póru 192 g byly získány z políček s mulčovaným kompostem, zatímco u parcelek s kompostem aplikovaným do půdy vycházely na 143 g sušiny. Použití kompostu jako mulče mělo výrazně silnější pozitivní efekt na stonky póru a zároveň i na vyšší kvalitu produkce (Reeh & Jensen 2002).

Způsob aplikace kompostu byl hlavním ukazatelem, který nejvíce v této studii ovlivňoval výsledek experimentu. Tři měsíce po přesazení vykazoval pór pěstovaný s mulčem z domácího kompostu na písčité půdě horší vzcházení ve srovnání s ostatními způsoby ošetření. Jednalo se však o dočasný účinek, který byl více kompenzován dobou sklizně. Výsledky studie ukazovaly na mulčování jako na nejvýhodnější způsob aplikace kompostu, což bylo v souladu se studiemi dalších autorů. Byla prokázána také vyšší infiltrace vody při mulčování porostu kompostem (85 % u mulčování ve srovnání s 52 % u zapracovaného kompostu a 42 % bez použití kompostu). Jak autoři uvádí, probíhající procesy v půdě mají vliv na zapravený kompost (rozhraní půda-vzduch ovlivňují procesy při aplikaci kompostu jako mulče). Má se za to, že živiny odčerpané z kompostu zapraveného do půdy podléhají v půdě větší imobilizaci než kompost aplikovaný jako mulč, a to jednoduše z důvodu rozdílného stupně fyzického kontaktu mezi půdou a kompostem (Reeh & Jensen 2002).

Imobilizace živin může být způsobena mikrobiálním příjmem (N a P), nebo sorpcí na půdní agregáty (P). Lze také předpokládat, že infiltrující voda účinněji přijímá živiny uvolněné z kompostového mulče než z kompostu zapraveného a smíchaného s půdou, kde může část kompostu skončit v místech, která nejsou obcházena prosakující půdní vodou, pak může být půdní roztok, který tvoří hmotnostní tok (konvekční tok) ke kořenům, výživnější v půdách s mulčem z kompostu ve srovnání s půdami se zapracovaným kompostem. Může záležet přímo na kořenovém systému rostliny (pór má mělký kořenový systém (Reeh & Jensen 2002).

Skutečnost, že pór reagoval podobně na zahradní a domácí kompost, naznačuje, že experimentální aplikace 2,5x většího objemu zahradního kompostu, než domácího kompostu účinně vyrovnala rozdíl v obsahu živin mezi jednotlivými typy kompostu. Nízký vliv druhu půdy na výnos a kvalitu póru v této studii se přičítá tomu, že oba druhy byly poměrně podobné, s dobrou strukturou před samotnou aplikací kompostu. Výsledky této studie by měly být zohledněny pro hlinité půdy s dobrou strukturou, uvádí dánská studie z roku 2002 (Reeh & Jensen 2002).

Anglická studie zabývající se aplikací kompostu jako mulče, nebo zapravením do ornice došla k závěru, že mulčování kompostem mělo vliv na snížení teploty ornice v porostu kukuřice (průměrný pokles polední teploty o 0,6 °C). Tento způsob aplikace kompostu měl pozitivní vliv na retenci vody v půdě v roce s průměrnými srážkami, naopak neovlivnil stav vody v půdě v roce velmi chudém na srážky. Použití kompostu zvýšilo množství N dostupného v půdě, větší efekt byl pozorován u K. Obě pozorované varianty navýšily celkový výnos plodin (Naeini & Cook 2000).

Použití kompostů jako mulče může snížit výskyt patogenů u polních rostlin. Americká studie z roku 1992 popisuje, že organické mulčovací prostředky, které zůstávají zapravené v půdě, mohou snížit použití mulčovací folie a tím snižovat enviromentální dopady způsobené zemědělskou činností a současně mírnit náklady při užití mulčovacích technologií. Kompost jako mulč a další organické materiály, které se postupně rozkládají, mohou zároveň sloužit jako hnojivo a zvyšovat tak obsah OH v půdě. Tato studie porovnávala účinky organických a polyethylenových mulčovacích systémů na růst a vývoj paprik. V této studii, mulčování polyethylenovou folií, hrálo klíčovou roli při zvýšení výnosu paprik, ve srovnání s použitím kompostu jako mulče, který vykazoval menší vliv na jejich výnos (Roe et al. 1992).

4 Metodika

4.1 Charakteristika výzkumného stanoviště

Výzkum vlivu kompostu na rostliny brambor byl proveden v rámci parcelového pokusu na Výzkumné stanici v Praze-Uhříněvsi spadající pod Českou zemědělskou univerzitu v Praze v roce 2023. Tato lokalita se vyznačuje řepařskou výrobní oblastí v klimatickém regionu č. 2 – teplý, mírně suchý. V roce výzkumu činily průměrné teploty a celkové srážky v této oblasti nadprůměrné hodnoty v porovnání se základní charakteristikou klimatického regionu podle VÚMOP Praha z roku 1999. V roce 2023 se teplota vzduchu pohybovala v průměru okolo 10,4 °C a celkové množství srážek činilo 605 mm (průměrně 50,4 mm měsíčně), což odpovídá podprůměrné hodnotě v porovnání s průměrným úhrnem (732 mm) celkových srážek v celé republice (CHMI 2024).

Výzkumná stanice Uhříněves se nachází na okraji městské části Praha-Uhříněves od roku 1922, kdy byla vystavena. Orná půda, která je využívána pracovníky této stanice, se rozkládá na 17 ha v lokalitách Praha-Uhříněves-Netluky a Hájek u Uhříněvsi, přičemž certifikaci EZ podléhá 8 ha z celkové orné půdy (ČZU 2021).

Pokus byl založen na DPB (díl půdního bloku, obrázek č. 3) 9001/4 v katastrálním území Uhříněves v obci Praha na orné půdě orientované z většiny na sever-severozápad-západ, přičemž třetina plochy je v rovině. Výměra dílu půdního bloku činí 3,27 ha v nadmořské výšce 302 m s průměrnou sklonitostí 1,11 ° a středním druhem půd. Uživatelem DPB je Česká zemědělská univerzita v Praze. Plocha není náchylná k vodní erozi, ale nachází se ve zranitelné oblasti dusičnanů, je zde tedy uplatňovaná nitrátová směrnice nařizující maximální aplikaci dusíku na 1 hektar a rok (170 kg). Dále je zde riziko utužení půdy, a proto hlavní agronom VS Uhříněves zařazuje do agrotechnických zásahů procesy předcházející těmto problémům (LPIS 2024).

Obrázek č. 3: DPB 9001/4, na kterém proběhl výzkum vlivu kompostu na pěstování brambor bez zapravení do půdy (LPIS 2024)

4.2 Meteorologické podmínky v období výzkumu

Průběh meteorologických podmínek během období výzkumu na DPB 9001/4 v Uhříněvsi je zaznamenán v tabulkách č. 3 a 4. Data byla čerpána z nejbližší funkční meteorologické stanice ve Stupicích (cca 3,0 km vzdušnou čarou od výzkumné plochy). Průměrné teploty vzduchu většinou dosahovaly vyšších hodnot a průměr za vegetační období se lišil o +1,64 °C (18,8 °C) v porovnání s dlouhodobým normálem (17,1 °C) a lze hodnotit jako nadprůměrný. Nejvyšší kladná odchylka teplot byla zaznamenána v měsíci září (o +5,03 °C) a nejvyšší záporná odchylka v měsíci květnu (o -0,34 °C) v porovnání s klimatologickými průměry teplot. Duben z hlediska teplot vzduchu není tolik důležitý, jelikož porost byl založen až na začátku května a nebyl tedy započítán do celkových hodnot. Průměrná teplota vzduchu za měsíc duben je zde uvedena z důvodu možného vlivu na rychlost vzejití porostu brambor. Měsíc říjen nebyl započítán do celkového průměru z důvodu sklizně již 5.10.2023.

Tabulka č. 3: Průměrné měsíční teploty během výzkumu v porovnání s dlouhodobým normálem

Měsíc	Průměrná teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý normál teplot vzduchu (1991 – 2020; °C)	Odchylka od normálu (°C)
Duben	7,96	9,97	**-2,01**
Květen	14,13	14,47	**-0,34**
Červen	18,64	17,93	**0,72**
Červenec	21,26	19,65	**1,61**
Srpen	20,43	19,25	**1,18**
Září	19,42	14,39	**5,03**
Říjen	12,00	9,24	**2,76**
Průměr	**18,78**	**17,14**	**1,64**

Tabulka č. 4: Měsíční úhrny srážek během výzkumu v porovnání s dlouhodobým průměrem

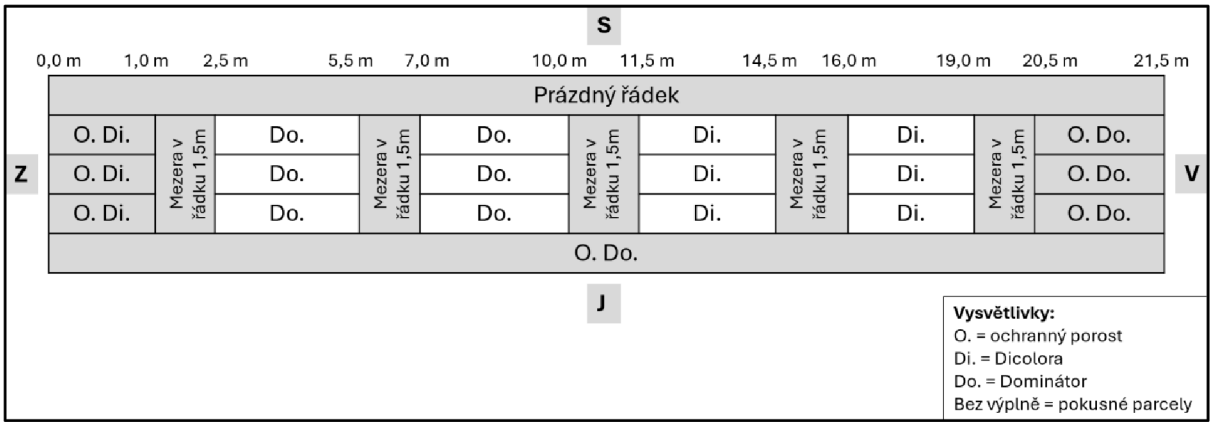
Měsíc	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý průměrný úhrn srážek (1991 – 2020; mm)	Odchylka od normálu (mm)
Duben	81,00	26,86	**54,14**
Květen	33,30	64,75	**-31,45**
Červen	57,60	77,09	**-19,49**
Červenec	85,50	77,46	**8,04**
Srpen	115,50	70,79	**44,71**
Září	11,70	48,42	**-36,72**
Říjen	51,00	38,38	**12,62**
Celkem	**303,60**	**338,51**	**-34,91**

Odchylky měsíčního úhrnu srážek byly pestřejší v porovnání s odchylkami průměrných teplot vzduchu během vegetačního období 2023. V srpnu bylo zaznamenáno největší (115,5 mm) a v září naopak nejmenší (11,7 mm) množství srážek. Zároveň se tyto měsíce vyznačovaly nejvyšší kladnou (+44,7 mm), případně nejvyšší zápornou (-36,7 mm) odchylkou od dlouhodobého normálu. Celkový úhrn srážek (303,6 mm) lze hodnotit jako podprůměrný v porovnání s dlouhodobým průměrným úhrnem (338,5 mm) s odchylkou -34,91 mm, odlišnosti byly i v rozložení srážek. Hodnoty za měsíc duben jsou zde uvedeny pro odůvodnění

zpoždění při zakládání porostu a nebyly započítány do celkových úhrnů srážek. Měsíc říjen rovněž nebyl započítán z důvodu sklizně již 5.10.2023.

4.3 Metodický postup polního pokusu

Řádky pokusného porostu brambor (obrázek č. 4) byly orientovány ve směru východ-západ, tedy po vrstevnici. Metoda založení pokusu sestávala z 12 dílčích parcel (3x4 parcely) na celkové délce 18 m (s ochranným porostem celková délka výzkumné plochy činila 21,5 m), přičemž vzdálenost mezi parcelami byla1,5 m na délku (samotná délka parcely tedy odpovídala 3 m). Na šířku nebyly jednotlivé parcely nijak odsazeny. Vhodná mechanizace zajistila rozteč řádků 0,75 m a následná ruční výsadba hlíz na vzdálenost 0,30 m v řádku. Výměra jedné parcely odpovídala 5,0 m^2. Polovina pokusných parcel byla osázena hlízami odrůdy Dominátor a polovina parcel odrůdou Dicolora. Ochranný porost sestával z odrůd Dicolora a Dominátor. Ochranné porosty byly vysazeny ve stejném termínu jako pokusné parcely. K výsadbě byla použita certifikovaná sadba (35-50 mm), která byla ještě narašena.



Obrázek č. 4: Orientační plán výzkumu (autorka práce)

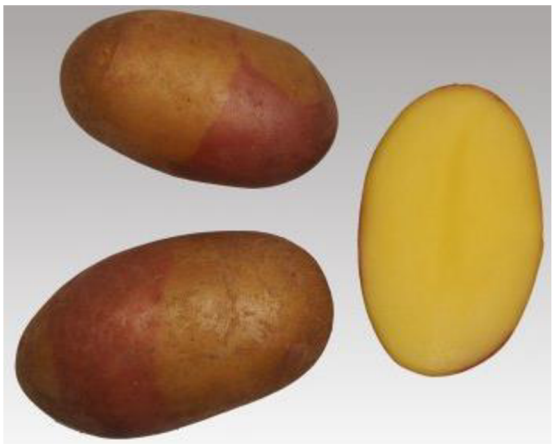
Agrotechnické zásahy byly zaznamenány a jsou uvedeny v tabulce č. 5. Předplodinou byl oves setý. Po provedené orbě půda zůstala přes zimu bez pokyvu až do jara. V rámci předseťové přípravy byla půda 2x prokypřena a pak následovala ruční výsadba. Do zapojení porostu byly hrůbky mechanicky kultivovány. Po poslední proorávce byl aplikován herbicid, během vegetace dále 2x insekticid a 4x fungicid. Aplikace kompostu byla provedena ručně ve vývojové fázi porostu 35 BBCH v dávce 30 t/ha. Kompost z lokalit Blatnice a Velké Hostěrádky byl rozmetán na 4, respektive 2 pokusné parcely. Zbývajících 6 parcel zůstalo bez kompostu pro kontrolní porovnání. Odrůda Dicolora měla 3 parcely s aplikovaným kompostem a 3 kontrolní (podobně jako u odrůdy Dominátor). Sklizeň jednotlivých parcel proběhla dne 5.10.2023 (154 dnů od výsadby) vyorávačem (zn. Bomet) a následným ručním sběrem jednotlivých pokusných parcel. Po sklizni byly hlízy roztříděny, zjištěna hmotnost a počet hlíz.

Tabulka č. 5: Agrotechnické zásahy související s provedeným výzkumem v roce 2023

Termín	Operace	Dávka/způsob
X	Předplodina – oves setý	X
2.5.	1. kypření dlátovým kypřičem	X
4.5.	2. kypření rotavátorem	Hloubka 15 cm
	Tvorba brázd pro výsadbu	Hrobkovací sestava 3-radličná
	Výsadba bramborových hlíz	Ručně
5.6.	Proorávka	Hrobkovací sestava 3-radličná
8.6.	Herbicid	Sencor Liquid v dávce 0,5 l/ha
12.6.	Povrchová aplikace kompostu bez zapravení	2 varianty kompostu v dávce 30 t/ha
22.6.	Insekticid	Biscaya v dávce 0,20 l/ha
27.6.	Fungicid	Flowbrix v dávce 2,5 kg/ha
11.7.	Fungicid Insekticid	Ridomil v dávce 2,5 kg/ha Spintor v dávce 0,15 l/ha
17.7.	Odplevelení	Ručně
26.7.	Fungicid	Ridomil v dávce 2,5 kg/ha
15.8.	Fungicid	Acrobat v dávce 2,0 l/ha
25.9.	Likvidace natě	Mechanicky
5.10.	Sklizeň	TEK + ruční sběr + třídění

4.4 Charakteristika odrůd Dicolora a Dominátor

Dicolora je raná odrůda brambor vhodná pro pěstování v ranobramborářské a bramborářské oblasti, s charakteristickou dvoubarevnou slupkou (červené ostře ohraničené skvrny). Dužina této odrůdy je žlutá. Odrůda vyniká odolností proti mechanickému poškození, se střední odolností proti chorobám (rakovina brambor). Tento kultivar je vhodný pro konzum, jedná se o varný typ AB (Čermák 2020).



Obrázek č. 5: Odrůda Dicolora (Vesa Velhartice 2022a)

Odrůda Dominátor je kultivar pěstovaný pro škrobárenské účely. Jedná se o pozdní odrůdu. Vyznačuje se velmi vysokým výnosem hlíz s vysokým obsahem škrobu a je odolná proti napadení virovými chorobami (Čermák 2020). Odolnost proti plísni a háďátku bramborovému je na velmi dobré úrovni (Hezký 2020).

Obrázek č. 6: Odrůda Dominátor (Vesa Velhartice 2022b)

4.5 Sledované a hodnocené parametry

Pro povrchovou aplikaci kompostu jako mulče byly zvoleny dva kompostové materiály, které pocházely z různých kompostáren (farem). Pro konvenční systém byl vybrán kompost z kompostárny ProFarm Blatnice a druhý kompost byl využitelný pro ekologické zemědělství a pocházel z Ekofarmy PROBIO Velké Hostěrádky.

Po založení pokusu a aplikaci kompostu dle výše uvedené metodiky polního pokusu, byla do půdy nainstalována čidla pro monitoring a zhodnocení teplotních a vlhkostních charakteristik.

Kromě meteorologických a mikroklimatických hodnot byl dále během vegetační doby hodnocen obsah chlorofylu v listech brambor (ručním chlorofylmetrem SPAD-502).

Po sklizni byly zhodnoceny produkční a kvalitativní parametry (hmotnost a počet hlíz u jednotlivých variant).

4.5.1 Charakteristika kompostů

Při aplikaci kompostů dne 12.6.2023 byly využity tyto mulčovací alternativy ze dvou lokalit: ProFarm (Blatnice 18, 675 51 Jaroměřice nad Rokytnou) a Ekofarma PROBIO (Velké Hostěrádky 224, 691 74 Velké Hostěrádky). Základní rozbor těchto kompostů je uveden v tabulce č. 6. Z hodnot uvedených v tabulce č. 6 vyplývá, že použité komposty z obou lokalit vyhovují z hlediska limitů.

Tabulka č. 6: Základní složení kompostů z lokalit ProFarm Blatnice a Ekofarma PROBIO Velké Hostěrádky

	Lokalita		Limit KZ (EZ)
	Blatnice	V. Hostěrádky	
Vlhkost (%)	43,8	39,3	30-65
Sušina (%)	56,2	60,7	X
Spalitelný podíl (%)	31,5	35,3	min. 20,0
pH	8,40	8,70	6,50-9,00
C:N	11,0	12,0	max. 30,0
Celkový N v (mg/kg)	14 200	15 000	X
N-NO_3 (mg/kg)	134	169	X
N-NH_4 (mg/kg)	202	798	X
NH_4:NO_3	1,51	4,72	X
Mg/MgO (g/kg)	10,4	8,73	X
K/K_2O (g/kg)	25,0	22,9	X
Na (g/kg)	0,49	0,75	X
P/P_2O_5 (g/kg)	8,72	14,2	X
S (g/kg)	1,79	1,94	X
Arsen (mg/kg)	3,84	4,40	max. 30,0 (30,0)
Kadmium (mg/kg)	0,29	0,22	max. 2,00 (2,00)
Chrom (mg/kg)	52,3	24,0	max. 100 (70,0)
Měď (mg/kg)	33,8	28,4	max. 150 (70,0)
Rtuť (mg/kg)	0,07	0,05	max. 1,00 (0,40)
Nikl (mg/kg)	18,2	9,62	max. 50,0 (25,0)
Olovo (mg/kg)	33,1	18,8	max. 100 (45,0)
Zinek (mg/kg)	163	156	max. 600 (200)

4.5.2 Měření vlhkosti půdy

K měření objemové vlhkosti půdy byly využity senzory 5TM s datalogerem Decagon EM50, který kontinuálně od 19.6. snímal hodnoty vlhkosti na základě elektrické vodivosti v intervalu 10 minut v profilu do hloubky 5 cm. Čidla byla instalována do jednotlivých variant s kompostem a na kontrolní variantě bez kompostu.

Obrázek č. 7: Dataloger EM50 s čidly pro měření vlhkosti půdy (autorka práce)

4.5.3 Měření obsahu chlorofylu v listech

Ke zjištění obsahu chlorofylu bylo využito přístroje Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502 (obrázek č. 8 a 9). V rámci jedné pokusné parcely bylo změřeno 10 rostlin na plně vyvinutých listech a výsledné hodnoty následně zprůměrovány, čímž se zjistil průměrný obsah chlorofylu v listech jednoho opakování (jedné parcely). Tato měření proběhla na všech (12) výzkumných parcelách v 6 termínech.

Obrázek č. 8 a 9: Chlorofylmetr Minolta SPAD-502 (Josef Vršťala)

4.5.4 Hodnocení produkčních a kvalitativních parametrů

Po ruční sklizni porostů brambor byly hlízy tříděny na 4 velikostní frakce. Pro hlízy o průměru nad 60 mm bylo využito ručních čtvercových ok (obrázek č. 10) a pro frakce 60-56 mm, 55-40 mm a pod 40 mm příslušných velikostních sít s průměrem ok 55 mm, respektive 40 mm (obrázek č. 11). U jednotlivých velikostních frakcí byly následně zjištěny počet a hmotnost hlíz. Poté bylo provedeno statistické vyhodnocení a výpočet výnosu hlíz (t/ha).

Obrázek č. 10 a 11: Nástroje pro třídění sklizených hlíz podle velikostní frakcí (Josef Vršťala)

4.6 Statistické vyhodnocení produkčních a kvalitativních parametrů

Výsledky průměrné koncentrace chlorofylu v listech a výnosu sklizených brambor byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica (ver. 14.0.0.15) metodou parametrického t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ odděleně pro jednotlivé odrůdy (Dicolora a Dominátor) a příslušné varianty KM (kompost) a K (kontrola). Předpokládalo se, že náhodná veličina (obsah chlorofylu a výnos) má normální rozdělení.

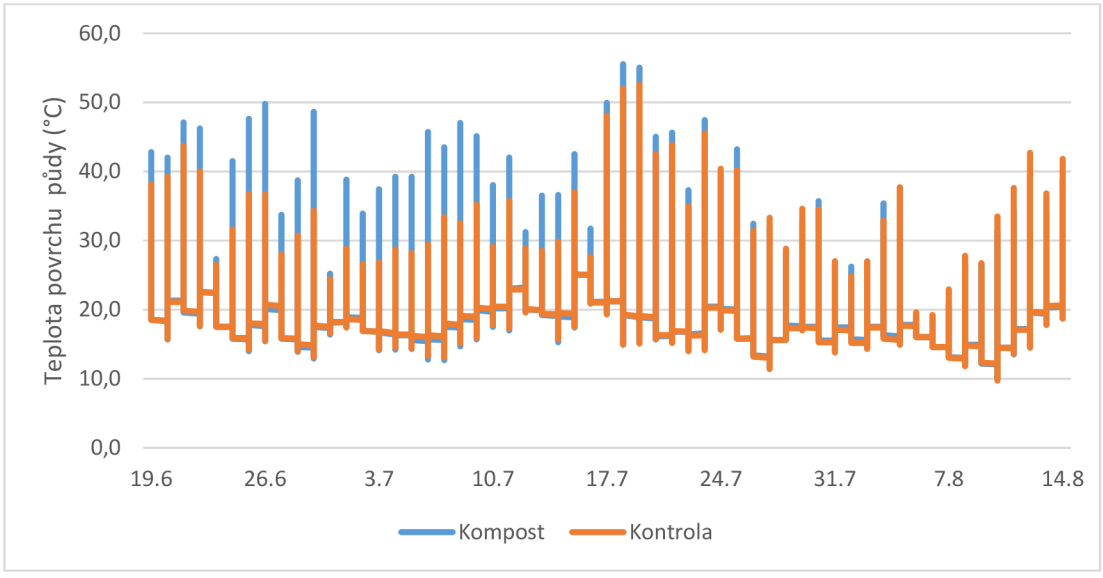
5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení změny teploty a vlhkosti půdy po aplikaci kompostu

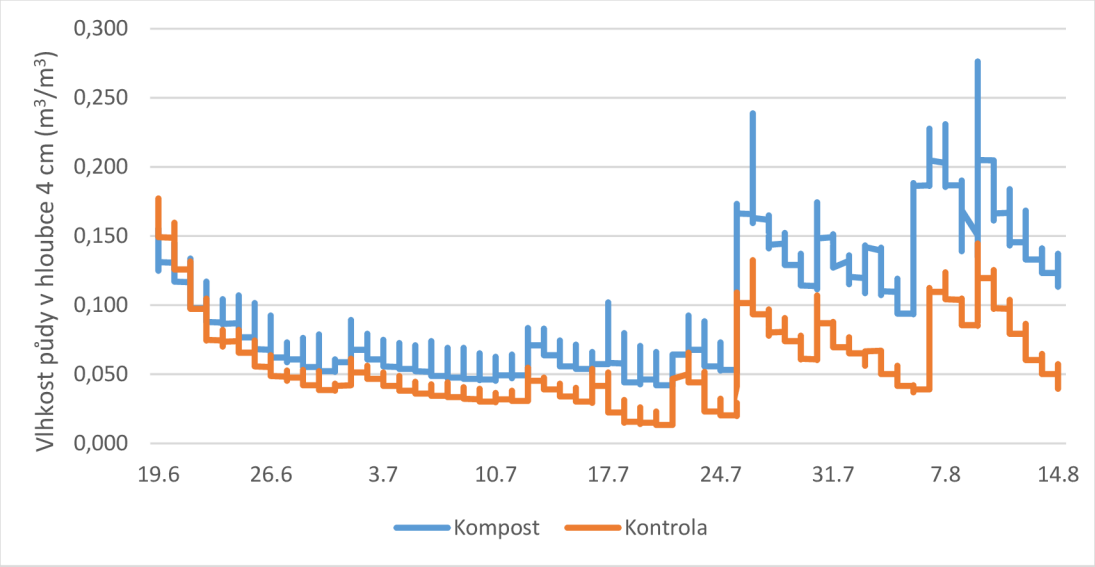
Po aplikaci kompostu jako mulče se teplota povrchu půdy výrazně zvýšila v porovnání s povrchem na kontrole (graf č. 1). K největšímu nárůstu teplot došlo cca 14 dní od aplikace mulče. V některých dnech zvýšil kompost teploty povrchu až dvojnásobně. Nejvyšší hodnota byla naměřena v druhé polovině července, kdy teplota povrchu půdy dosahovala 55,5 °C. Po 6 týdnech od mulčování účinek zvyšování teplot postupně klesal až na nulu.

Při sledování vlhkostních podmínek půdy (hloubka 4 cm) měl kompost jako mulč podobné účinky jako v případě teploty povrchu půdy (graf č. 2). 10 dní po aplikaci mulče byla zvýšena vlhkost půdy, přičemž byl trend vlhkosti půdy v průběhu vegetace rostoucí. Na konci první dekády srpna byla vlhkost půdy téměř dvojnásobná v porostech s mulčem (0,276 m^3/m^3) v porovnání s kontrolou.

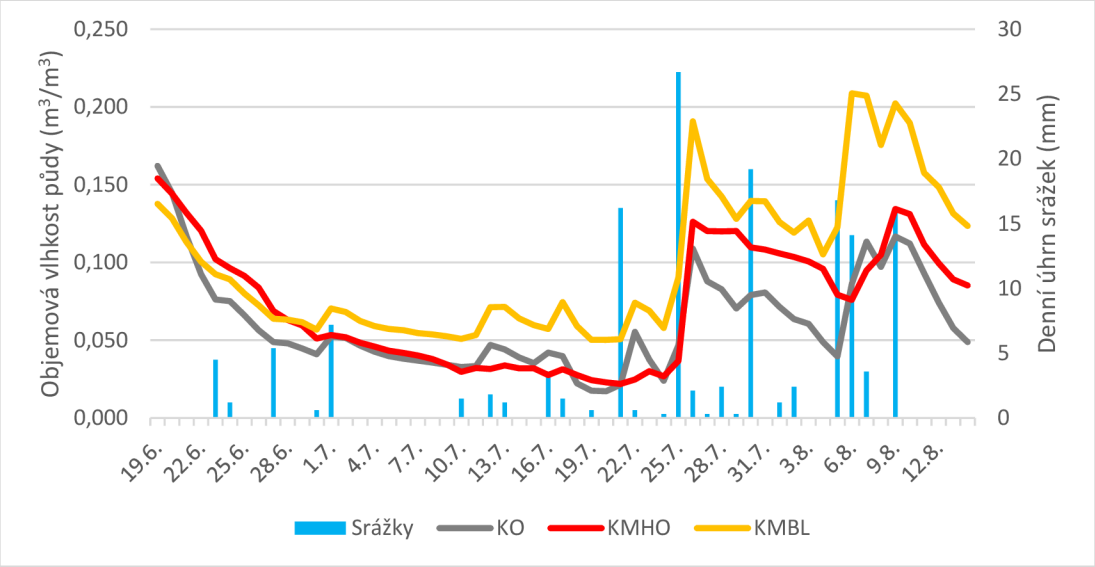
Srovnání objemové vlhkosti půdy (hloubka 4 cm, graf č. 3) naznačuje, že 3 týdny po aplikaci mulče zajišťovala varianta kompostu z lokality Blatnice vyšší vlhkost půdy v porovnání s kompostem z Velkých Hostěrádek a kontrolou bez mulče. Od 25.7.2023 udržovala tato varianta velmi dobré vlhkostní podmínky v porovnání s ostatními.



Graf č. 1: Změna teploty povrchu půdy po aplikaci kompostu jako mulče



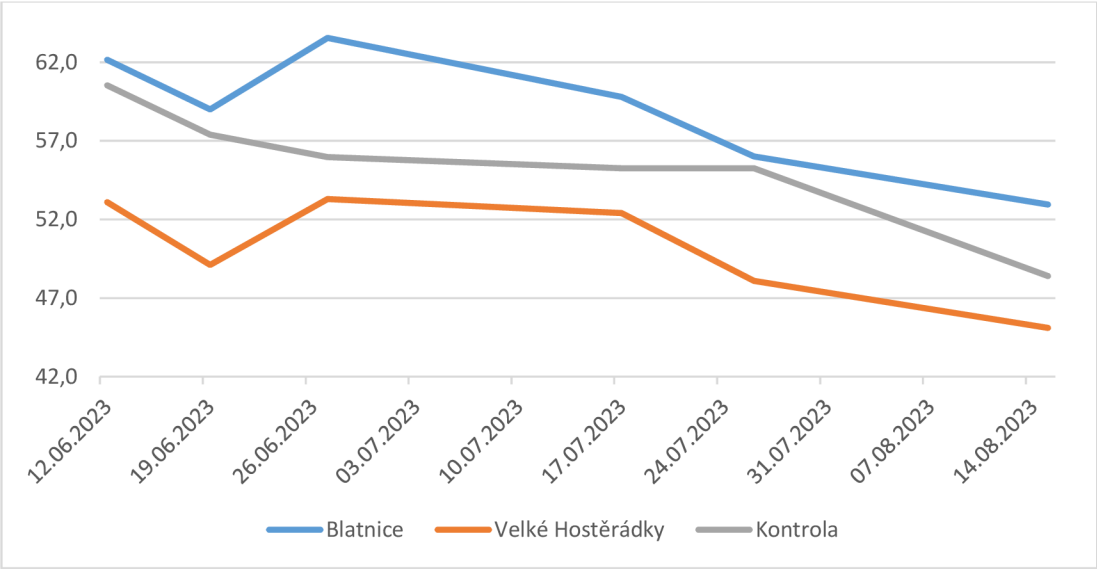
Graf č. 2: Změna vlhkostních podmínek v půdě po aplikaci kompostu jako mulče



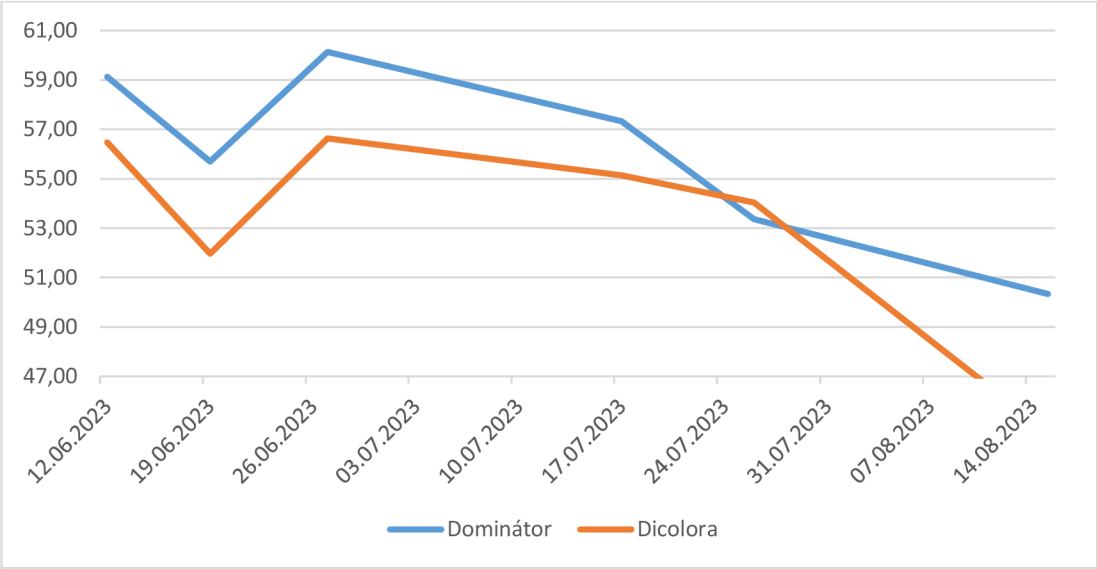
Graf č. 3: Objemová vlhkost půdy v závislosti na variantě porostu (Kontrola, Kompost Velké Hostěrádky, Kompost Blatnice) a denní úhrn srážek

5.2 Obsah chlorofylu v rostlinách bramboru

Při porovnání jednotlivých variant (kompostu z lokalit Blatnice, kompostu z lokality Velké Hostěrádky a kontrolní varianty) a odrůd brambor je patrné, že došlo k rozdílným hodnotám v průběhu vegetace pouze u odrůdy Dominátor (graf č. 4), kdy byly naměřeny vyšší hodnoty obsahu chlorofylu u kompostu z lokality Blatnice. Avšak trend koncentrace chlorofylu v listech byl u porostů s kompostem velmi podobný. Z výsledků a zpracovaných dat dále vyplývá, že i mezi odrůdami Dicolora a Dominátor byly výraznější rozdíly v obsahu chlorofylu v listech, zejména v první polovině vegetace (graf č. 5).

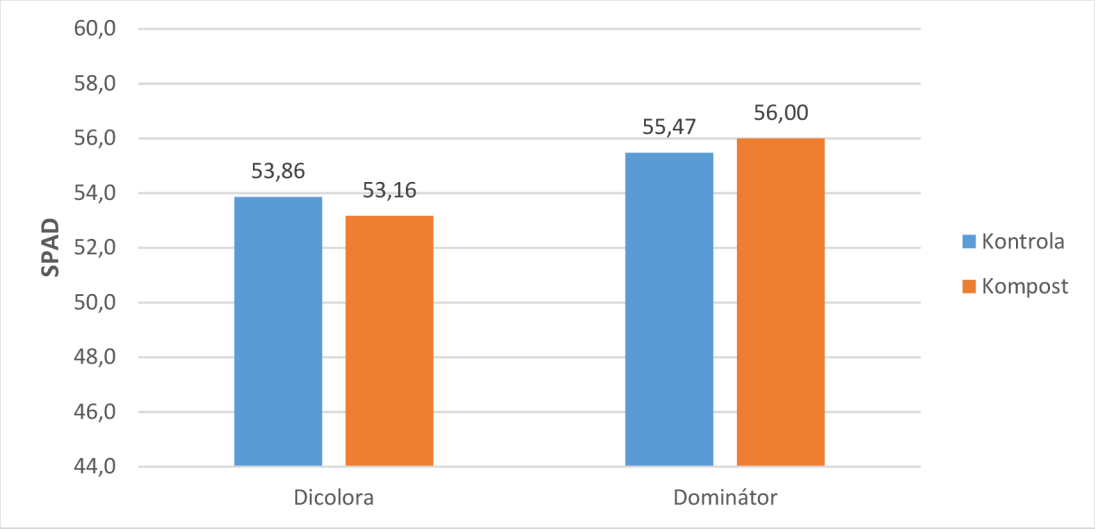


Graf č. 4: Porovnání koncentrace chlorofylu v listech (SPAD) brambor u třech variant pokusu (kompost jako mulč z lokalit Blatnice a Velké Hostěrádky a kontrola) u odrůdy Dominátor

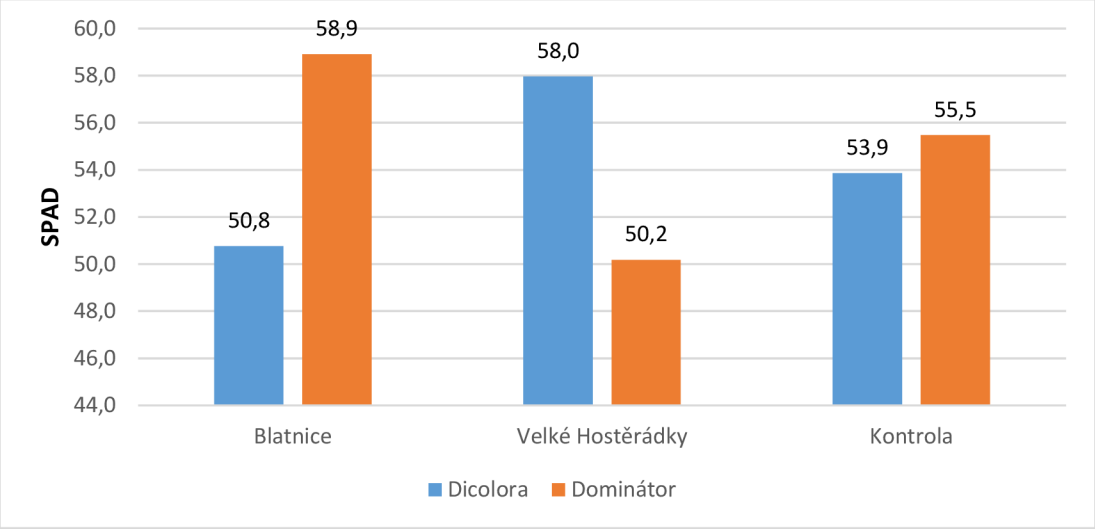


Graf č. 5: Koncentrace chlorofylu v listech (SPAD) v průběhu vegetační doby u porostů odrůd Dicolora a Dominátor s aplikací kompostu jako mulče

Při porovnání jednotlivých typů ošetření (kompost z lokality Blatnice, Velké Hostěrádky a kontrola bez kompostu) byla v případě odrůdy Dicolora vyšší koncentrace chlorofylu v listech pouze u ošetření kompostem z lokality Velké Hostěrádky (hodnota 58,0) v porovnání s odrůdou Dominátor (50,2). U kontrolního porostu bez kompostu a porostu s aplikovaným kompostem z lokality Blatnice byla naměřena koncentrace chlorofylu u kultivaru Dicolora nižší (53,9 a 50,8) v porovnání s odrůdou Dominátor (55,5 respektive 58,9; graf č. 7). Průměrný obsah chlorofylu v listech za celé vegetační období dosáhl u odrůdy Dicolora vyšších hodnot v případě kontrolní varianty (hodnota 53,9) v porovnání s porostem ošetřeným kompostem na povrchu (53,2). U odrůdy Dominátor tomu bylo naopak (55,5 respektive 56,0; graf č. 6).



Graf č. 6: Průměr obsahu chlorofylu za celé vegetační období u porostů odrůd Dicolora a Dominátor ve dvou variantách pokusu (aplikace kompostu na povrch půdy a kontrola; SPAD)



Graf č. 7: Průměrný obsah chlorofylu v listech za vegetační období u odrůd Dicolora a Dominátor při porovnání třech variant pokusu (SPAD)

5.2.1 Statistické vyhodnocení obsahu chlorofylu v listech

Nulová hypotéza H_0: Střední hodnota koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dominátor/odrůdy Dicolora s aplikací kompostu (varianta KM) se rovná střední hodnotě koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dominátor/odrůdy Dicolora bez aplikace kompostu (varianta K).

Alternativní hypotéza H_1: Střední hodnota koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dominátor/odrůdy Dicolora s aplikací kompostu (varianta KM) se nerovná střední hodnotě koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dominátor/odrůdy Dicolora bez aplikace kompostu (varianta K).

Hladina významnosti (α) odpovídá hodnotě 0,05.

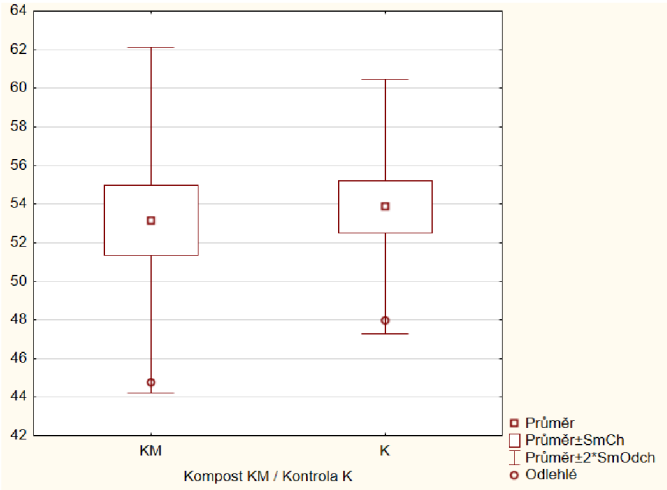
Odrůda Dicolora

Výsledek odrůdy Dicolora zaznamenaný v tabulce č. 7 odpovídá hodnotě testové statistiky T = –0,3083. Hodnota p = 0,7641 při stupni volnosti SV = 10. Jelikož hodnota p > α, nezamítáme nulovou hypotézu. Střední hodnota koncentrace chlorofylu v listech kultivaru Dicolora s kompostem jako mulč se tedy rovná střední hodnotě koncentrace chlorofylu v listech téže odrůdy v kontrolní variantě (bez kompostu).

(U varianty KM byl ke statistickému vyhodnocení použit průměr hodnot obou lokalit kompostu).

Tabulka č. 7: Výsledky parametrického t-testu pro průměrnou koncentraci chlorofylu v listech během vegetačního období u odrůdy Dicolora

Proměnná	Průměr KM	Průměr K	Hodnota	SV	p	platných KM	platných N K	sm.odch. KM	sm.odch. K	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Průměr CHLO	53,16111	53,86111	-0,308344	10	0,764148	6	6	4,474094	3,302283	1,835615	0,521162



Graf č. 8: Průměrná koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dicolora během vegetačního období (SPAD)

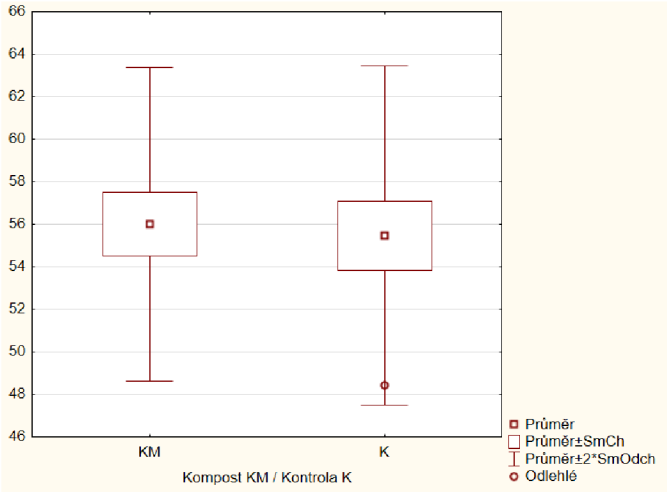
Odrůda Dominátor

U kultivaru Dominátor, dle výsledků z tabulky č. 8, dosáhla hodnota testové statistiky T = 0,2380. Při stupni volnosti SV = 10 vychází hodnota p = 0,8167. Jelikož hodnota p > α, nezamítáme nulovou hypotézu. Střední hodnota koncentrace chlorofylu v listech kultivaru Dominátor s kompostem jako mulč se rovná střední hodnotě koncentrace chlorofylu v listech téže odrůdy v kontrolní variantě (bez kompostu).

(U varianty KM byl ke statistickému vyhodnocení použit průměr hodnot obou lokalit kompostu).

Tabulka č. 8: Výsledky parametrického t-testu pro průměrnou koncentraci chlorofylu v listech během vegetačního období u odrůdy Dominátor

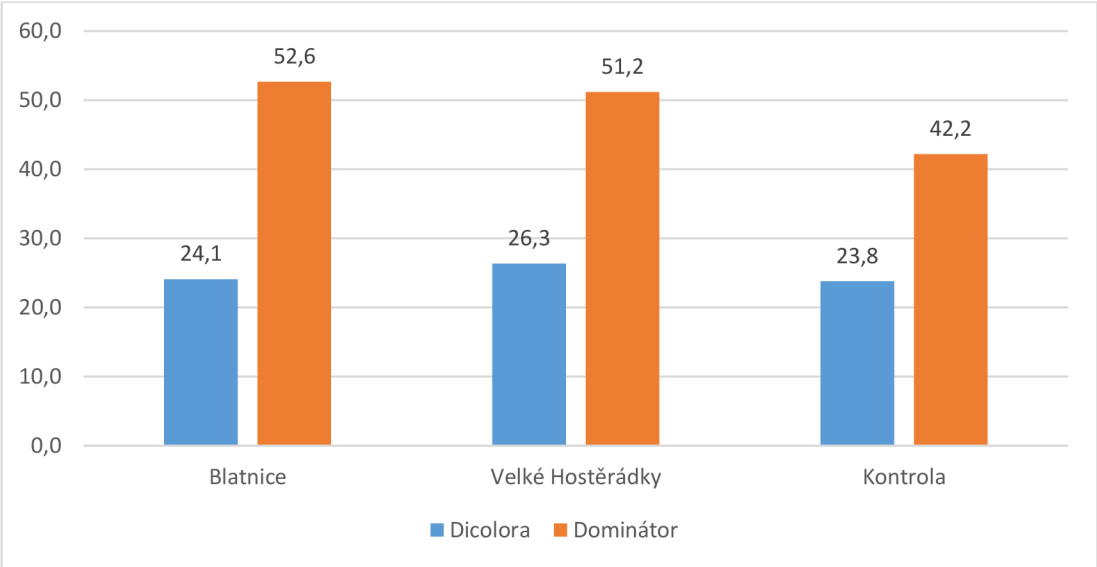
Proměnná	**Průměr KM**	Průměr K	Hodnota	SV	p	platných KM	platných N K	sm.odch. KM	sm.odch. K	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Průměr CHLO	56,00000	55,47222	0,238028	10	0,816666	6	6	3,682813	3,991904	1,174900	0,863920



Graf č. 9: Průměrná koncentrace chlorofylu v listech odrůdy Dominátor během vegetačního období (SPAD)

5.3 Vyhodnocení produkčních parametrů rostlin bramboru

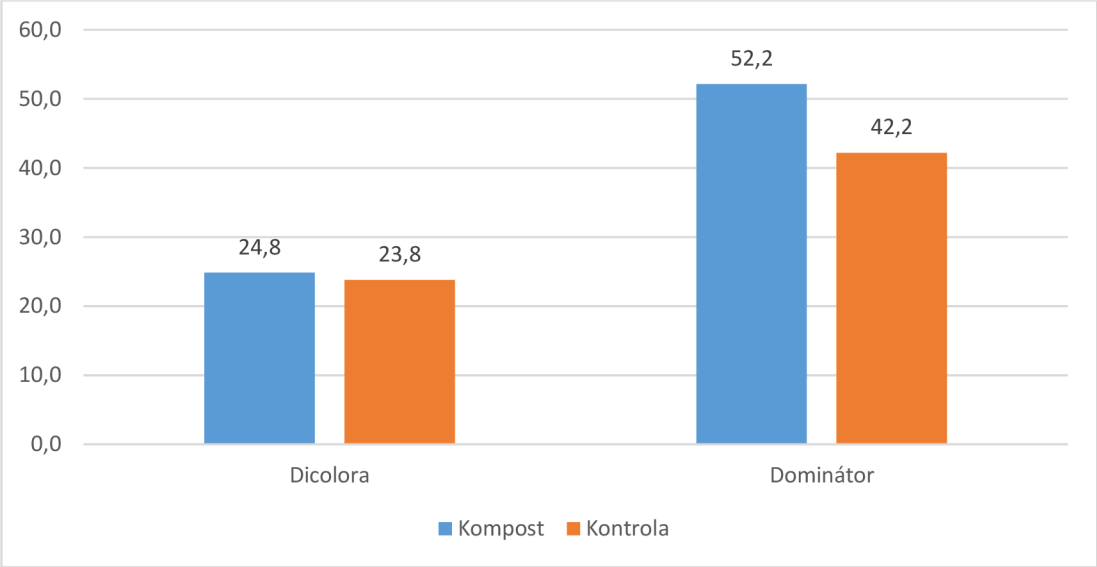
Z výsledků výnosových dat pro odrůdy Dicolora a Dominátor (graf č. 10 až 14) je patrné, že rozdíly v meziodrůdových výnosech jsou znatelné. Odrůda Dominátor měla vždy průměrně vyšší výnosy ve dvou pokusných variantách s kompostem z lokalit Blatnice (52,6 t/ha) a Velké Hostěrádky (51,2 t/ha) a v kontrolním porostu bez kompostu (42,2 t/ha) v porovnání s odrůdou Dicolora (24,1, 26,3 respektive 23,8 t/ha) – graf č. 10.



Graf č. 10: Výnos odrůd Dicolora a Dominátor v rámci jednotlivých variant aplikovaných kompostů vč. kontrolní varianty (t/ha)

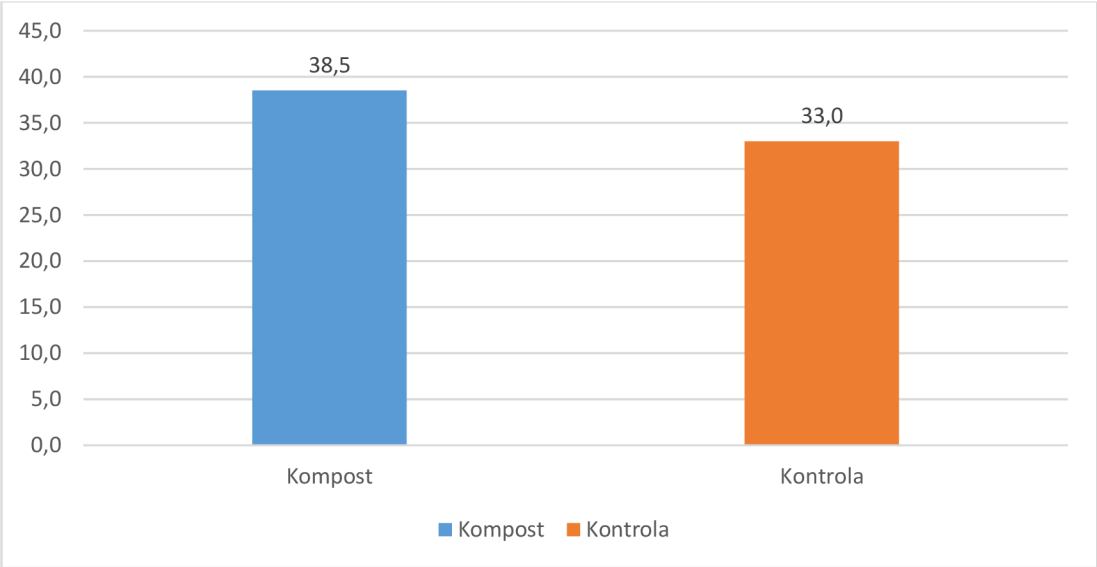
Při porovnání výnosů jednotlivých odrůd (Dicolora, Dominátor) ve variantě porost s kompostem jako mulč (kompost) a porost bez kompostu (kontrola) bylo zjištěno, že obecně aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení zvyšuje výnos sklizených hlíz bez ohledu na kultivar brambor (graf č. 11). V případě odrůdy Dicolora bylo sklizeno z pokusného porostu

průměrně 24,8 t/ha a z kontrolního porostu 23,8 t/ha, u kultivaru Dominátor pak 52,2 respektive 42,2 t/ha.



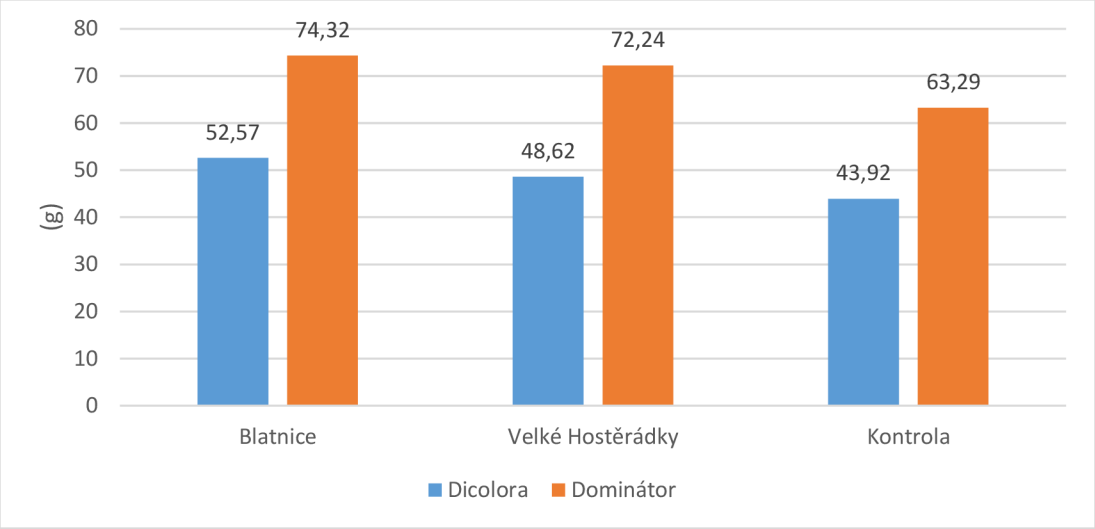
Graf č. 11: Výnos odrůd Dicolora a Dominátor v rámci variant s aplikovaným kompostem jako mulč a kontrolním porostem (t/ha)

Výnosy porostů brambor s aplikací kompostu jako mulče (v průměru obou odrůd bez rozlišení lokalit kompostu) pak celkově dosáhly vyšších hodnot (38,5 t/ha) v porovnání s kontrolní variantou bez kompostu (33,0 t/ha) (graf č. 12).



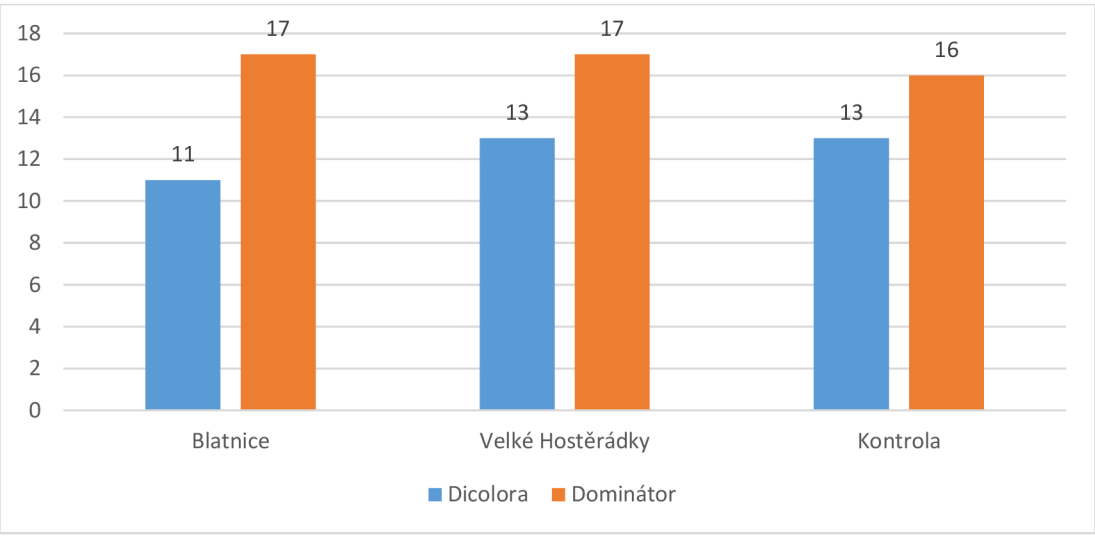
Graf č. 12: Výnos hlíz (t/ha) u sklizených porostů brambor (jako průměr odrůd) s mulčem a u kontroly

Průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy pod trsem (graf č. 13) byla jednoznačně vyšší u odrůdy Dominátor ve všech třech variantách porostu (kompost z Blatnice a Velkých Hostěrádek a kontrolní porost bez mulče), kdy byly naměřeny hodnoty 74,32 g, 72,24 g a 63,29 g, v porovnání s odrůdou Dicolora (52,57 g, 48,62 g, 43,92 g).



Graf č. 13: Průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy (g) odrůd Dicolora a Dominátor podle varianty sklizeného porostu

Počet hlíz na 1 trs pak dosahoval vyšších hodnot u odrůdy Dominátor (17, 17 a 16 ks hlíz) v porovnání s kultivarem Dicolora (11, 13 respektive 13 ks) – graf č. 14.



Graf č. 14: Průměrný počet hlíz (ks) na 1 trs v závislosti na odrůdě a typu ošetření porostu

5.3.1 Statistické vyhodnocení produkčních parametrů

Nulová hypotéza H_0: Střední hodnota výnosů brambor odrůdy Dicolora/Dominátor s kompostem jako mulč (varianta KM) se rovná střední hodnotě výnosů odrůdy Dicolora/Dominátor bez kompostu (varianta KO).

Alternativní hypotéza H_1: Střední hodnota výnosů brambor odrůdy Dicolora/Dominátor s kompostem jako mulč (varianta KM) se nerovná střední hodnotě výnosů odrůdy Dicolora/Dominátor bez kompostu (varianta KO).

Hladina významnosti (α) odpovídá hodnotě 0,05.

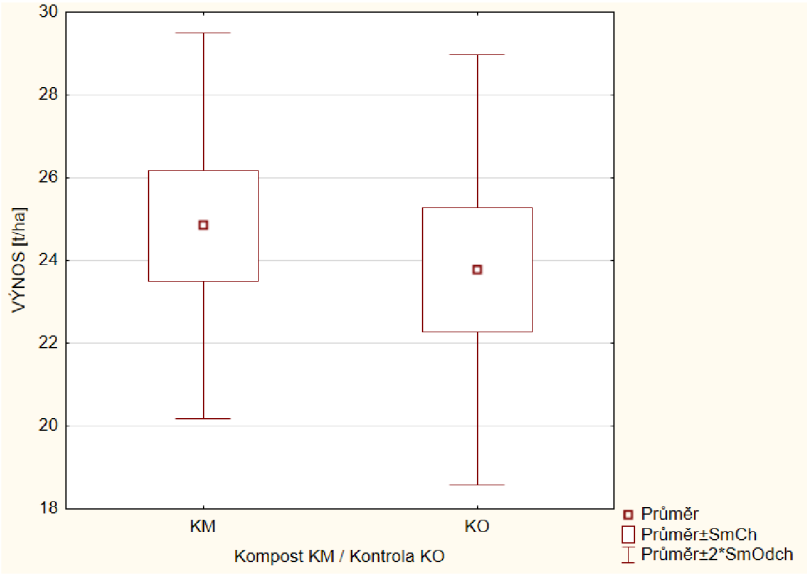
Odrůda Dicolora

Výsledek odrůdy Dicolora odpovídá hodnotě testové statistiky T = 0,5218. Hodnota p = 0,6293 při stupni volnosti SV = 4. Jelikož hodnota p > α, nezamítáme nulovou hypotézu. Střední hodnota výnosů brambor kultivaru Dicolora s kompostem jako mulč se tedy rovná střední hodnotě výnosů téže odrůdy v kontrolní variantě (bez kompostu).

(U varianty KM byl ke statistickému vyhodnocení použit průměr hodnot obou lokalit kompostu).

Tabulka č. 9: Výsledky parametrického t-testu pro výnos odrůdy Dicolora

Proměnná	Průměr KM	Průměr KO	**Hodnota**	SV	p	platných KM	platných N KO	sm.odch. KM	sm.odch. KO	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
VÝNOS	24,84010	23,78787	0,521841	4	0,629344	3	3	2,331372	2,600412	1,244118	0,891219



Graf č. 15: Průměrný výnos odrůdy Dicolora

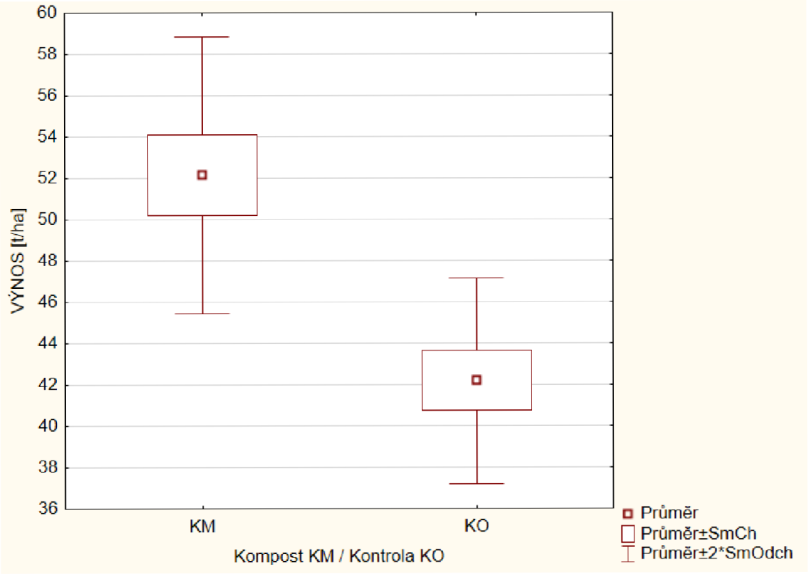
Odrůda Dominátor

U kultivaru Dominátor dosáhla hodnota testové statistiky T = 4,1253. Při stupni volnosti SV = 4 vychází hodnota p = 0,0145. Jelikož p < α, zamítáme nulovou hypotézu. Střední hodnota výnosů brambor kultivaru Dominátor s aplikací kompostu se nerovná střední hodnotě výnosů brambor téže odrůdy bez kompostu (kontrola), přičemž se v tomto případě jedná o statisticky významné výsledky testu na hladině významnosti α = 0,05.

(U varianty KM byl ke statistickému vyhodnocení použit průměr hodnot obou lokalit kompostu).

Tabulka č. 10: Výsledky parametrického t-testu pro výnos odrůdy Dominátor

Proměnná	Průměr KM	Průměr KO	Hodnota	SV	p	platných KM	platných N KO	sm.odch. KM	sm.odch. KO	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
VÝNOS	52,15185	42,19275	4,125315	4	0,014549	3	3	3,360125	2,488739	1,822856	0,708502



Graf č. 16: Průměrný výnos odrůdy Dominátor

6 Diskuze

6.1 Kompost a jeho vliv na mikroklima porostů

Mulčovací materiály (v případě této práce kompost) do jisté míry ovlivňují mikroklima porostu. Vlhkostní a teplotní podmínky půdy mají vliv na dostupnost živin v půdě i celkový výživný stav rostlin (Fang et al. 2011). Z dosažených výsledků (graf č. 1 až 3) je patrný vliv kompostu jako mulče na mikroklimatické podmínky v porostu brambor. U výsledků z pozorování úrovně vláhy v půdě byl zaznamenán pozitivní efekt na zvýšení vlhkosti půdy (hloubka 4 cm, graf č. 2 a 3), stejně jako ve studii Krále et al. (2019), větší přínos byl naměřen u kompostu z lokality Blatnice, u lokality Velké Hostěrádky vliv nebyl tak zřetelný. Komposty z různých lokalit (kompostáren) se mohou svými účinky lišit, jak zjistili i Král & Dvořák (2022).

V rámci mikroklima porostu může kompost dále ovlivňovat teplotu půdy. Do poloviny července (do zapojení porostů) byla zjištěna vyšší teplota povrchu půdy u variant s kompostem oproti kontrole. V tomto případě došlo k vyššímu efektu solarizace půdy, jelikož kompost je tmavší barvy (nižší odraz sluneční radiace) (Garcia & Michel 2020). Účinek zvýšení teploty půdy je u kompostu až druhotný, může však snižovat koncentraci chlorofylu v listech až o 20 %, jak zjistili Hancock et al. (2014) a George et al. (2017).

6.2 Kompost a jeho vliv na obsah chlorofylu

Obsah chlorofylu v listech brambor, jakožto nepřímý ukazatel výživného stavu rostlin (Král 2020; Král & Dvořák 2022), měřený v průběhu vegetačního období na odrůdách Dicolora a Dominátor se podle grafu č. 5 a 6 nijak výrazně neodlišoval při porovnání kultivarů a variant Kompost (KM) a Kontrola (K).

Podle Aliche et al. (2020) způsobuje nedostatek vody v porostu vyšší koncentrace chlorofylu v listech. Nižší obsah chlorofylu by tedy mohl znamenat více vody v půdě. Kompost jako mulč ovlivňuje mikroklima porostu omezením výparu vody z vrchní části půdy. Jelikož byl průměrný obsah chlorofylu u odrůdy Dicolora ve variantě s kompostem nižší (-0,70 SPAD v porovnání s kontrolou), kompost pozitivně ovlivnil obsah vody v porostu, jak bylo diskutováno výše. U kultivaru Dominátor tomu bylo naopak (+0,53 SPAD oproti kontrole), k čemuž dospěli i Suruban et al. (2022), v jejichž výzkumu zjistili vyšší hodnoty chlorofylu v listech u rostlin pěstovaných s kompostem, stejně jako Dvořák et al. (2021) zjistili vyšší hodnoty chlorofylu u brambor při využití slaměného mulče v porovnání s kontrolním porostem. V rámci srovnání kompostů z jednotlivých lokalit a kontroly (graf č. 7) je patrné, že komposty měly na porosty odrůd Dicolora a Dominátor opačné účinky jako v práci Král & Dvořák (2022). Nguyen et al. (2013) zaznamenali vyšší koncentraci chlorofylu v porostu vinné révy mulčované kompostem.

Nižší obsah chlorofylu v listech u variant porostů s kompostem jako mulč může být dále způsoben obsahem těžkých kovů právě v mulčovacích materiálech, což popisuje Li (2019), jelikož jejich přítomnost poškozuje chloroplasty. Z tabulky č. 6 (složení kompostů) lze pozorovat rozdíl v obsahu prvků mezi kompostem z lokality Blatnice a Velké Hostěrádky.

Statistické vyhodnocení koncentrace chlorofylu v listech pro odrůdu Dicolora a Dominátor ve variantách Kompost a Kontrola nepřineslo průkazné rozdíly. Není tedy statisticky prokázáno, že by kompost jako mulč ovlivňoval obsah chlorofylu, resp. výživný stav rostlin bramboru, při jeho povrchové aplikaci. Tento stabilní a zralý kompost při použití jako mulče je především zdrojem stabilní organické hmoty a hnojivý účinek je oproti běžnému zapravení kompostu minimalizován (Kasal et al. 2010; Král & Dvořák 2022).

6.3 Kompost a jeho vliv na produkční parametry

Kompost aplikovaný na povrch půdy bez následného zapravení pozitivně ovlivnil výnos tržních hlíz (průměr hlíz nad 40 mm) v porovnání s kontrolním porostem. Podobně Dvořák et al. (2022) zjistili u brambor v případě kompostu aplikovaného jako mulč také vyšší výnos hlíz v porovnání s kontrolou, ale u porostů ošetřených slaměným mulčem naopak nižší výnos hlíz (Dvořák et al. 2021). Setiyo et al. (2016) a Král & Dvořák (2022) zjistili vyšší výnosy u variant porostu brambor mulčovaných kompostem. Statisticky průkazné rozdíly ve výnosech konzumních hlíz byly zjištěny pouze u odrůdy Dominátor, u kultivaru Dicolora však nikoli. Graf č. 10 potvrzuje vyšší výnosy pro jednotlivé odrůdy v závislosti na použitých variantách kompostů (tabulka č. 12). Pozitivní vliv kompostu jako mulče zjistili i Nguyen et al. (2013) u porostu vinné révy, Reeh & Jensen (2002) při pěstování póru a Naeini & Cook (2000) při sklizni kukuřice.

Tabulka č. 12: Výnos konzumních hlíz (průměr nad 40 mm) pro jednotlivé odrůdy a varianty ošetření porostu (t/ha)

Ošetření porostu	Dicolora	Dominátor
Kompost – Blatnice	24,1	52,6
Kompost – Velké Hostěrádky	26,3	51,2
Kontrola	23,8	42,2

Kompost jako mulč zvýšil průměrnou hmotnost jedné hlízy u obou kompostů a u obou odrůd oproti kontrolnímu porostu (graf č. 13). Zvýšení hmotnosti hlíz dosáhli i Dvořák et al. (2014) při mulčování porostů brambor travním mulčem při výsadbě nebo při vzejití a mulčovací textilií v porovnání s kontrolou.

Nasazení hlíz a celkový počet hlíz pod trsem aplikace kompostu jako mulče neovlivnila. Pouze u odrůdy Dicolora byl u varianty KM Blatnice počet hlíz na 1 trs nižší (11 ks) v porovnání s kompostem z Velkých Hostěrádek a kontrolním porostem (13 a 13 ks). V případě odrůdy Dominátor byl zjištěn vyšší počet hlíz na trs ve variantách kompostu z Blatnice a Velkých Hostěrádek (17 a 17 ks) oproti kontrole (16 ks; tabulka č. 13). Výraznější rozdíly v počtu hlíz tak byly zjištěny až mezi odrůdami, což odpovídá i jejich popisu (Vesa Velhartice 2022a).

Tabulka č. 13: Počet hlíz na 1 trs (ks) pro jednotlivé odrůdy (Dicolora a Dominátor) v závislosti na ošetření porostů (kompost z lokalit Blatnice a Velké Hostěrádky, a kontrola)

	Ošetření porostu		
Odrůda	Kompost – Blatnice	Kompost – Velké Hostěrádky	Kontrola
Dicolora	11	13	13
Dominátor	17	17	16

7 Závěr

Kompost jako mulč vykazoval pozitivní efekt:

1. Aplikace kompostu a jeho ponechání na povrchu jako mulč zvyšovalo povrchovou teplotu půdy zejména v období do zapojení porostů, kdy tmavý povrch hrůbků zvyšoval solarizaci půdy. Po zapojení porostů (zakrytí hrůbků natí) se teplota půdy výrazně nelišila.
2. Během vegetace byla vyšší vlhkost půdy do 4 cm hloubky na parcelkách s kompostem. Změna vlhkosti půdy souvisí s teplotou půdy, která evapotranspiraci významně ovlivňuje, a proto ještě výrazně vyšší vlhkost půdy byla u varianty kompost po zapojení porostů, kdy i zde se teplota půdy snížila na úroveň kontroly.
3. Aplikace kompostu (resp. změna mikroklimatu) částečně či vůbec neovlivnila obsah chlorofylu v listech.
4. Aplikace zralého kompostu (jako zdroje stabilní organické hmoty) nepůsobila jako hnojivo, a proto k průkaznému ovlivnění produkčních parametrů došlo pouze u odrůdy Dominátor, kde se výnos konzumních hlíz zvýšil až o 10,0 t/ha, ale u odrůdy Dicolora v průměru jen o 1,4 t/ha. Tento efekt je dán snad jen odrůdovou reakcí pozdnější odrůdy Dominátor, která lépe a delší dobu profitovala z vyšší vlhkosti půdy v období hlavního nárůstu hlíz.

Hypotéza s cílem práce prokázat pozitivní vliv kompostu jako mulče na mikroklima půdy, výživný stav rostlin a produkční vlastnosti porostů brambor se statisticky významně nepotvrdila, vyjma produkčních parametrů u odrůdy Dominátor, kde došlo k průkaznému nárůstu výnosů hlíz.

S ohledem na současný stav legislativy ČR (nutnosti zapravení statkových hnojiv do 24 h po aplikaci, kam zatím patří i kompost) je pro využití v praxi tento postup zatím omezen, ale z důvodu nejednoznačných výsledků lze doporučit pokračovat ve výzkumu kompostu jako mulče při pěstování brambor a dalších širokořádkých plodin. V každém případě stabilní kompost jako organické hnojivo obohacuje půdu o organickou hmotu, a tím zlepšuje její chemické a fyzikální vlastnosti a je prostředkem pro udržitelnou produkci, na jejímž základě je postaven právě systém ekologického zemědělství a ochrana agroekosystému.

8 Literatura

Abdallah AM, Jat HS, Choudhary M, Abdelaty EF, Jat ML. 2021. Conservation Agriculture Effects on Soil Water Holding Capacity and Water-Saving Varied with Management Practices and Agroecological Conditions: A Review. Agronomy **11**. Available at https://www.mdpi.com/2073-4395/11/9/1681# (accessed November 20, 2023).

Aliche EB, Theeuwen TPJM, Oortwijn M, Visser RGF, van der Linden CG. 2020. Carbon partitioning mechanisms in POTATO under drought stress. Plant Physiology and Biochemistry **146**:211-219. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S098194281930484X (accessed March 8, 2024).

AVČR. 2020. Zůstane naše půda živá?: Expertní stanovisko AV ČR. Akademie věd ČR. Available at www.avcr.cz/export/sites/avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/files/2020-03.pdf (accessed January 1, 2024).

Bajerová E. 2023. Jak podpořit biologickou aktivitu v půdě. Agromanual. Available at www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/jak-podporit-biologickou-aktivitu-v-pude (accessed March 3, 2024).

Bartl B, Hartl W, Horak O. 2002. Long-term application of biowaste compost versus mineral fertilization: Effects on the nutrient and heavy metal contents of soil and plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **165**:161-165. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/1522-2624%28200204%29165%3A2%3C161%3A%3AAID-JPLN161%3E3.0.CO%3B2-P (accessed November 26, 2023).

Borrelli P, Robinson DA, Fleischer LR, Schütt E, Ferro V, Bagarello V, Van Oost K, Montanarella L, Panagos P. 2017. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. Nature Communaications. Available at www.nature.com/articles/s41467-017-02142-7.pdf (accessed November 19, 2023).

Bound SA. 2014. Organic matter application in lettuce and potato crops. Acta Horticulturae:157-165. Available at https://www.actahort.org/books/1018/1018_14.htm (accessed February 29, 2024).

CHMI. 2024. Územní teploty. Available at https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty (accessed February 17, 2024).

Čepl J. 2012. Máme rádi brambory: proč jsou brambory zdravé, jak je správně nakupovat i pěstovat, úspěšné projekty PRV a několik osvědčených receptů. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha. ISBN 978-80-7434-060-4.

Čermák V. 2020. Seznam doporučených odrůd bramboru 2020. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Brno. ISBN 978-80-7401-185-6. Available at https://www.vubhb.cz/cs/gcs#gsc.tab=0&gsc.q=domin%C3%A1tor&gsc.sort= (accessed January 27, 2024).

ČZU. 2021. Výzkumná stanice Uhříněves. Available at https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8761-vyzkumna-stanice-uhrineves (accessed February 18, 2024).

de Souza Mendes AK, Vilhena M do PSP, Silva MVO, Berrêdo JF, Lima da Costa M, de Sousa Trindade MJ. 2023. Solid bio-compost as a nutrient source for family farming. Journal of Agriculture and Food Research **12**. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666154323000820 (accessed February 29, 2024).

Döring T, Thieme T, Finckh M, Saucke H. 2006. Aspects of straw mulching in organic potatoes – I. Effects on microclimate, Phytophthora infestans, and Rhizoctonia solani. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **58**:73-78. Available at https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00054607 (accessed February 5, 2024).

Dvořák P, Hamouz K, Kuchtová P, Tomášek J. 2009. Černá netkaná textilie při pěstování brambor. Úroda:311-314. Profi Press. Available at https://orgprints.org/id/eprint/21802/1/QH82149_00_2009.pdf (accessed February 24, 2024).

Dvořák P. 2013. Povrchové mulčování u brambor. Zemědělec:28. Available at https://aa.ecn.cz/img_upload/8d8825f1d3b154e160e6e5c97cf9b8b3/2013_zemedelec13str28.pdf (accessed March 2, 2024).

Dvořák P, Tomášek J, Hamouz K. 2014. Brambory (Solanum tuberosum L.). In: Konvalina P. ed. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích:123-166. ISBN 978-80-87510-32-2.

Dvořák P, Král M, Pulkrábek J. 2021. Mulčovaná sláma a kompost jako možná součást řešení eroze u brambor. Agromanuál. Available at https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/mulcovana-slama-a-kompost-jako-mozna-soucast-reseni-eroze-u-brambor (accessed March 23, 2024).

Dvořák P, et al. 2022. Limity při použití slaměného mulče, kompostu či směsi separátu a řezané slámy při pěstování brambor. Agromanuál. Available at https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/limity-pri-pouziti-slameneho-mulce-kompostu-ci-smesi-separatu-a-rezane-slamy-pri-pestovani-brambor (accessed March 23, 2024).

EASAC. 2018. Opportunities for soil sustainability in Europe. EASAC policy report **36**. German National Academy of Sciences Leopoldina, Halle. ISSN 978-3-8047-3898-0. Available at https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Soils_complete_Web-ready_210918.pdf (accessed January 28, 2024).

Elbl J, Kintl A, Záhora J, Kýnický J, Dvořáčková H, Brtnický M, Juřička D. 2015. Correlation between fluctuations in soil moisture and changes in soil fertility. Conference: International Conference on Soil - The Non-Renewable Environmental:85-93. Available

at www.researchgate.net/publication/318744016_Correlation_between_fluctuations_in_soil_moisture_and_changes_in_soil_fertility (accessed February 25, 2024).

Emmerling C, Udelhoven T, Schneider R. 2010. Long-lasting impact of biowaste-compost application in agriculture on soil-quality parameters in three different crop-rotation systems. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **173**:391-398. Available at https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.200900348 (accessed February 11, 2024).

Erhart E, Freichtinger F, Hartl W. 2007. Nitrogen leaching losses under crops fertilized with biowaste compost compared with mineral fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **170**:608-614. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/jpln.200625181 (accessed November 26, 2023).

Erhart E, Putz B. 2008. Total soil heavy-metal concentrations and mobile fractions after 10 years of biowaste-compost fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **171**:378-383. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/jpln.200700141 (accessed November 26, 2023).

Fang S, Xie B, Liu D, Liu J. 2011. Effects of mulching materials on nitrogen mineralization, nitrogen availability and poplar growth on degraded agricultural soil. New Forests **41**:147-162. Available at http://link.springer.com/10.1007/s11056-010-9217-9 (accessed March 23, 2024).

Forge T, Hashimoto N, Neilsen D, Kenney E, Zebarth B. 2015. The use of compost as a preplant amendment to minimize impacts of parasitic nematodes and improve soil health and early establishment of red raspberry. Acta Horticulturae:225-231. Available at https://www.actahort.org/books/1076/1076_26.htm (accessed February 29, 2024).

Garcia DCM, Michel V. 2020. (BIO)Solarizace: Praktické informace. In: Best4Soil. Available at https://orgprints.org/id/eprint/40038/3/CZ-(BIO)SOLARIZACE_%20PRAKTICKE%CC%81%20INFORMACE.pdf (accessed April 7, 2024).

George TS, Taylor MA, Dodd IC, White PJ. 2017. Climate Change and Consequences for Potato Production: a Review of Tolerance to Emerging Abiotic Stress. Potato Research **60**:239-268. Available at http://link.springer.com/10.1007/s11540-018-9366-3 (accessed December 21, 2023).

Gilsenan C, Burke RM, Barry-Ryan C. 2010. A study of the physicochemical and sensory properties of organic and conventional potatoes (Solanum tuberosum) before and after baking. International Journal of Food Science + Technology **45**:475-481. Available at https://ifst-onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1111/j.1365-2621.2009.02148.x (accessed November 26, 2023).

Hammerová A, Gruber M. 2018. Porovnání různých systémů hnojení v podmínkách ekologického zemědělství: Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2016. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available at

https://www.akcr.cz/data_ak/18/v/Vyrocni_zprava_EZ_pokus_2016.pdf (accessed February 25, 2024).

Hamouz K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-7105-090-3.

Hamouz K. 2007. Rané brambory: pěstitelský rádce. Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, Praha. ISBN 978-80-903522-9-2.

Hancock RD et al. 2014. Physiological, biochemical and molecular responses of the potato (Solanum tuberosum L.) plant to moderately elevated temperature **37**:439-450. Available at https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.12168 (accessed March 8, 2024).

Hejátková K. 2021. Certifikace kompostů. Biom.cz. ISSN 1801-2655. Available at biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/casopis_biom_2021_02_web.pdf (accessed January 1, 2024).

Henry CL, Harrison RB. 1996. Carbon Fractions in Compost and Compost Maturity Tests. Soil Science Society of America **46**:51-67. Available at http://doi.wiley.com/10.2136/sssaspecpub46.c6 (accessed February 11, 2024).

Hezký P. 2020. Na Šumavě u úspěšných šlechtitelů brambor. Úroda. ProfiPress. ISSN 0139-6013. Available at https://uroda.cz/na-sumave-u-uspesnych-slechtitelu-brambor/ (accessed February 26, 2024).

Holejšovský J, Brant V, Procházka P, Kroulík M. 2023. Meziplodiny a pomocné plodiny při pěstování brambor. Agromanuál **18**:132-135. Available at https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/meziplodiny-a-pomocne-plodiny-pri-pestovani-brambor-i (accessed December 20, 2023).

Hruška L. 1974. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Cherlinka V. 2023. Soil Solarization For Weed, Pest, And Disease Control. Eos.com. Available at https://eos.com/blog/soil-solarization/ (accessed November 26, 2023).

Jalali M, Latifi Z. 2018. Measuring and simulating effect of organic residues on the transport of cadmium, nickel, and zinc in a calcareous soil. Journal of Geochemical Exploration **184**:372-380. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0375674217303333 (accessed February 29, 2024).

Karak T, Bhattacharyya P, Das T, Saha SK. 2013. Evaluation of Composts from Agricultural Wastes with Fish Pond Sediment as Bulking Agent to Improve Compost Quality. CLEAN Soil and Water **41**:711-723. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/clen.201200142 (accessed November 26, 2023).

Kasal P, Čepl J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor, 2.nd edition. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod. ISBN 978--80-86940-24-3.

Kasal P, Růžek P, Kusá H, Kobzová D, Svobodová A. 2016. Metodické postupy k půdoochranným technologiím při pěstování brambor: Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav braborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek."

ISBN 978-80-86940-66-3. Available at agronavigator.cz/sites/default/files/users/user291/Metodiky/Metodiky_Rostlinná/PI_64_CM_PUDOCHRANNE.pdf.

Kidmose U, Mølgaard JP. 2002. Effect of different organic growing conditions on quality of cooked potatoes. Science of Food and Agriculture **82**. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/jsfa.1009 (accessed November 26, 2023).

Kolektiv autorů Bioenergetika ZVT. rok neznámý. Lektorský text k výukovým materiálům. Available at https://www.bio-hub.cz/images/doc/BioenergetikaZVT-Lektorsky_text_KOMPOSTOVANI.pdf (accessed January 1, 2014).

Komprsová I. 2022. Správný proces kompostování a skladování významně ovlivňuje počet klíčivých semen plevelů v kompostech. Agromanuál. Available at /www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/skladovani/spravny-proces-kompostovani-a-skladovani-vyznamne-ovlivnuje-pocet-klicivych-semen-plevelu-v-komposte (accessed March 4, 2024).

Konvalina P. 2007. Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, V Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-031-7. Available at https://orgprints.org/id/eprint/20814/1/P%C4%9Bstov%C3%A1n%C3%AD_rostlin_EZ_-_skripta.pdf (accessed February 5, 2024).

Kovaříček P, Abrham Z, Hůla J, Plíva P, Vlášková M, Kroulík M, Mašek J. 2012. Technologie a ekonomika zvyšování protierozní odolnosti půdy zapravením organické hmoty: Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha 6 – Ruzyně, Česká zemědělská univerzita v Praze Praha 6 – Suchdol. Available at eagri.cz/public/portal/-q330047---9RMp8y6r/technologie-a-ekonomika-zvysovani (accessed November 19, 2023).

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 **65**:530-535. Available at pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2019/11/02.pdf (accessed February 24, 2024).

Král M. 2020. Pěstitelská opatření ke zmírnění dopadů sucha u brambor [Disertační práce]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

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 **66**:446-452. Available at www.researchgate.net/publication/345385514_The_effect_of_straw_mulch_and_compost_application_on_the_soil_losses_in_potatoes_cultivation (accessed February 24, 2024).

Král M, Dvořák P. 2022. Aspekty použití kompostu jako mulče při pěstování brambor. Úroda **70**:309-314. ISSN: 0139-6013.

Li PH. 2019. Effects of Pb and Cd stress on the photosynthetic physiological characters of potato in heavy metal pollution of soil. Applied Ecology and Environmental Research **17**. Available at http://aloki.hu/pdf/1705_1228712295.pdf (accessed December 26, 2023).

LPIS. 2024. Veřejný registr půdy. Available at https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/ (accessed February 18, 2024).

Maeder P, Fliesbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli URS. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science **296**:1694-1697. Available at www-science-org.infozdroje.czu.cz/doi/10.1126/science.1071148 (accessed March 3, 2024).

Maji D, Singh M, Wasnik K, Chanotiya CS, Kalra A. 2015. The role of a novel fungal strain Trichoderma atroviride RVF3 in improving humic acid content in mature compost and vermicompost via ligninolytic and celluloxylanolytic activities. Journal of Applied Microbiology **119**:1584-1596. Available at https://ami-journals-onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1111/jam.12954 (accessed November 26, 2023).

Mayer V, Vacek J, Stehlík M, Vejchar D. 2016. Protierozní technologie ochrany půdy při pěstování brambor. Úroda:50-55. ProfiPress. ISSN 0139-6013. Available at http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2016/005.pdf (accessed April 13, 2024).

MZe. 2022. Situační a výhledová zpráva Brambory 2021. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha. ISBN 978-80-7434-655-2. Available at https://eagri.cz/public/portal/-q368783---SLbbBO9I/brambory-11-2021 (accessed January 27, 2024).

MZe. 2023. Ročenka 2021 Ekologické zemědělství v České republice. Praha. Available at https://eagri.cz/public/portal/-q385811---8uUIYb2p/rocenka-2021-ekologicke-zemedelstvi-v-cr?_linka=a294037 (accessed March 5, 2024).

Naeini SARM, Cook HF. 2000. Influence of municipal compost on temperature, water, nutrient status and the yield of maize in a temperate soil. Soil Use and Management **16**:215-221. Available at https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1475-2743.2000.tb00196.x (accessed February 11, 2024).

Neuerburg W, Padel S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Agrospoj, Praha.

Nguyen TT, Fuentes S, Marschner P. 2013. Effect of incorporated or mulched compost on leaf nutrient concentrations and performance of Vitis vinifera cv. Merlot. Journal of soil science and plant nutrition **13**. Available at https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162013000200018 (accessed February 4, 2024).

Oshins C, Michel F, Louis P, Richard TL, Rynk R. 2022. The composting process. The Composting Handbook:51-101. Academic Press. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978032385602700008X (accessed December 13, 2023).

Pastorek Z. 2004. Legislativa biodpadů – kompostování v praxi. Biom.cz. Available at biom.cz/cz/odborne-clanky/legislativa-bioodpadu-kompostovani-v-praxi (accessed February 26, 2024).

Pfotzer GH, Schüler C. 1997. Effects of Different Compost Amendments on Soil Biotic and Faunal Feeding Activity in an Organic Farming System **15**:177-183. Available at http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01448765.1997.9755192 (accessed February 29, 2024).

Podnebí. 2023. Available at https://www.rakousko.cz/cs/vse-o-rakousku/prakticke-rady/podnebi?cookieconsent=updated (accessed November 26, 2023).

Reeh U, Jensen MB. 2002. Yield and Quality of Leek in Response to Compost Applied as a Mulch or Incorporated Into the Soil **10**:244-248. Available at http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1065657X.2002.10702086 (accessed February 5, 2024).

Reimer M, Kopp C, Hartmann T, Zimmermann H, Ruser R, Schulz R, Müller T, Möller K. 2023. Assessing long term effects of compost fertilization on soil fertility and nitrogen mineralization rate. Journal of Plant Nutrition and Soil Science **186**:217-233. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1002/jpln.202200270 (accessed November 27, 2023).

Roe NE, Bryan HH, Stoffella PJ, Winberg TW. 1992. Use of compost as mulch on bell Peppers. Procedings of the Florida State Horticultural Society **105**:336-338. Available at https://journals.flvc.org/fshs/article/download/92978/89166 (accessed February 5, 2024).

Roinila P. 1998. Composting of fish and the use of fish compost as a fertilizer. Acta Horticulturae:359-374. Available at https://www.actahort.org/books/469/469_39.htm (accessed February 29, 2024).

Setiyo Y, Gunadnya IBP, Gunam IBW, Permana IDGM, Susrusa IKB, Triani IGAL. 2016. Improving Physical and Chemical Soil Characteristic on Potatoes (Solanum tuberosum L.) Cultivation by Implementation of Leisa System. Agriculture and Agricultural Science Procedia **9**:525-531. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210784316301723 (accessed April 2, 2024).

Seufert V, Ramankutty N. 2017. Many shades of gray—The context-dependent performance of organic agriculture. Science Advances **3**. Available at https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1602638 (accessed February 4, 2024).

Schönfeld J, Gelsomino A, van Overbeek LS, Goriseen A, Smalla K, van Elsas JD. 2003. Effects of compost addition and simulated solarisation on the fate of Ralstonia solanacearum biovar 2 and indigenous bacteria in soil. FEMS MIKROBIOLOGY ECOLOGY **43**:63-74. Available at https://onlinelibrary-wiley-com.infozdroje.czu.cz/doi/10.1111/j.1574-6941.2003.tb01046.x (accessed November 26, 2023).

Schrama M, de Haan JJ, Kroonen M, Verstegen H, Van der Putten WH. 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems **256**:123-130. Available at https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880917305595 (accessed February 17, 2024).

Simard RR, Lalande R, Gagnon B, Parent G. 2000. Beneficial use of paper-mill residue compost in a potato/spring wheat rotation:716-736 in Proceedings of The International Composting Symposium (ICS'99), vols 1 and 2. ISBN 0-9685651-0-7.

Sultana M, Jahiruddin M, Kibria MG, Hosenuzzaman M, Abedin MA. 2023. Applying organic amendment enriches nutrient status of municipal solid waste compost and its application enhances tuber yield and nutrient concentrations of potato **5**:439-450. Available at https://link.springer.com/10.1007/s42768-023-00142-6 (accessed March 1, 2024).

Suruban C, Kader MA, Solaiman ZM. 2022. Influence of Various Composted Organic Amendments and Their Rates of Application on Nitrogen Mineralization and Soil Productivity Using Chinese Cabbage (Brassica rapa. L. var. Chinensis) as an Indicator Crop. Agriculture **12**. Available at https://www.mdpi.com/2077-0472/12/2/201 (accessed April 2, 2024).

Syers JK, Johnston AE, Curtin D. 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. in Fao Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome. Available at https://www.fao.org/3/a1595e/a1595e.pdf (accessed February 26, 2024).

Šarapatka B, Urban J, et al. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk. ISBN 978-80-903583-0-0.

Šarapatka B. 2007. Hodnocení kvality půdy v ekologickém zemědělství. In Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007":40-42. ISBN 978-80-213-1611-9. Available at http://organicfarming.agrobiology.eu/sbornik_proceedings.pdf (accessed February 6, 2024).

Šlefr J. 2012. Kompost je energie vrácená do půdy. Biom.cz. ISSN 1801-2655. Available at https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompost-je-energie-vracena-do-pudy (accessed January 1, 2024).

Váňa J. 2002. Kompostování odpadů. Biom.cz. ISSN 1801-2655. Available at https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu (accessed January 1, 2024).

Vesa Velhartice. 2022a. Dicolora. Available at https://vesa-velhartice.cz/produkt/dicolora/ (accessed March 2, 2024).

Vesa Velhartice. 2022b. Dominátor. Available at https://vesa-velhartice.cz/produkt/dominator/ (accessed March 2, 2024).

Vokál B, et al. 2004. Technologie pěstování brambor: (rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-727-1155-5.

Vokál B. 2013. Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-54-0.

VŠB. 2024. Biologické metody zpracování bioodpadů: Fáze procesu kompostování. VŠB. Available at http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Faze_procesu_kompostovani.html (accessed January 14, 2024).

Wasserbauerová L. 2019. Výskyt bakterie Ralstonia solanacearum v povrchových vodách v roce 2018. Agromanual. Available at https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-

rostlin-a-pestovani/choroby/vyskyt-bakterie-ralstonia-solanacearum-v-povrchovych-vodach-v-roce-2018 (accessed November 26, 2023).

Wilson C, Zebarth BJ, Burton DL, Goyer C. 2018. Short-Term Effects of Diverse Compost Products on Soil Quality in Potato Production. Soil Science Society of America Journal **82**:889-900. Available at https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2136/sssaj2017.10.0345 (accessed February 11, 2024).

Wu L, Ma LQ, Martinez GA. 2000. Comparison of Methods for Evaluating Stability and Maturity of Biosolids Compost. Journal of Environmental Quality **29**:424-429. Available at https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/jeq2000.00472425002900020008x (accessed February 11, 2024).

Yagi R, de Nazareno NRX, Kawakami J. 2020. Poultry litter and fresh mulch of Elephant grass improve the organic potato production. Pesquisa Agropecuária Tropical **50**. Available at https://www.scielo.br/j/pat/a/Zhq3HKhGRwTWdcxcxjK55NN/ (accessed November 19, 2023).